માનવ જીવનમાં વિજ્ઞાન

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લેખક
નરસિંહ મૂળજીભાઈ શાહ
एम.एससी.,पीएच.डी.

२६.७६

५४ग
१३

બાલગોવિંદ કુબેરદાસની કંપની
બુકસેલર્સ અને પબ્લિશર્સ
ગાંધી માર્ગ : અમદાવાદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ओ३म्

पुस्तक संख्या ५४ ग/१२

पञ्जिका संख्या २६०१६

पुस्तक पर सर्व प्रकार की निशानियां लगाना वर्जित है। कोई सज्जन पन्द्रह दिन से अधिक देर तक पुस्तक अपने पास नहीं रख सकते। अधिक देर तक रखने के लिये पुनः आज्ञा प्राप्त करनी चाहिये।

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માનવ જીવનમાં વિજ્ઞાન

स्टाक प्रमाणीकरण ११८४-११८५

નરસિંહ મૂળજીભાઈ શાહ
एम.एससी.,पीएच.डी.

૫૪૫/૧૩
૨૧.૧૬
CHECKED 1973
Initial

બાલગોવિંદ કુબેરદાસની કંપની
બુકસેલર્સ અને પબ્લિશર્સ
ગાંધી માર્ગ • અમદાવાદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રથમ આવૃત્તિ : ૧૯૫૧
(સર્વ હક્ક લેખકને સ્વાધીન)

કિંમત રૂપિયા ત્રણ

મુદ્રક : બચુભાઈ રાવત, કુમાર પ્રિન્ટરી ૧૪૫૪ રાયપુર, અમદાવાદ
પ્રકાશક : બાલગોવિંદ કુબેરદાસ, બાલગોવિંદ કુબેરદાસની કંપની
ગાંધીમાર્ગ, અમદાવાદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રસ્તાવના

આ પુસ્તક લખવામાં બે હેતુ ધ્યાનમાં રાખ્યા છે : એક, વિજ્ઞાનના અભ્યાસથી વંચિત સામાન્ય જનતાને રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગી ચીજોની બનાવટમાં વિજ્ઞાનનો હિસ્સો શું છે એ બતાવવું; અને બીજું વિજ્ઞાન એ માત્ર પાઠ્યપુસ્તકમાં આવેલાં સૂત્રો ગોખવામાં સમાઈ જતું નથી, પરંતુ જીવનમાં ઉપયોગી મહત્તાપૂર્ણ ભાગ ભજવે છે એ દર્શાવવું. ટૂંકામાં, લોકભોગ્ય ભાષામાં જનતાને વિજ્ઞાનનાં પરિણામો સમજાય એવું પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં તૈયાર કરવું.

ત્રણ વર્ષ પહેલાંની વાત છે. એક સાંજે 'કુમાર'ના તંત્રી મારા મિત્ર શ્રી બચુભાઈ રાવતે 'કુમાર' માટે કાંઈક આપવાનું મને કહ્યું. અનેક ચર્ચાઓના પરિણામે 'કુમાર'માં 'રોજિંદા જીવનમાં વિજ્ઞાન' નામની લેખમાળા શરૂ થઈ. એ લેખમાળા ખૂબ લોકપ્રિય થઈ. મારા અનેક મિત્રો તેમજ બીજા કેટલા ય અપરિચિત બંધુઓના કાગળો આવવા લાગ્યા કે સદરહુ લેખોને પુસ્તક રૂપે પ્રગટ કરવા. આ માગણીએ આ પુસ્તક તૈયાર કરવામાં મોટો ભાગ ભજવ્યો છે. અતિશયોક્તિ નહિ લેખાય કે આ પુસ્તકની ઉત્પત્તિ શ્રી બચુભાઈ રાવતને આભારી છે. એટલે તેમની રજા વિના આ પુસ્તક તેમને અર્પણ કરવાની મેં હિંમત કરી છે.

'સાયન્સ' નામથી જેને ઓળખવામાં આવે છે તેને માટે આપણા દેશની પ્રાંતિક ભાષાઓમાં 'વિજ્ઞાન' શબ્દ પ્રચલિત થઈ ચૂક્યો છે. વિજ્ઞાનનો વિકાસ ખૂબ થતો જાય છે. એ વિકાસ બેધારો છે. એક તરફ રસ, આનંદ, જ્ઞાન અને નવી શક્તિ વિજ્ઞાને આપણને સંપડાવી છે, તો બીજી પાસથી સાથોસાથ સંહારનાં મંડાણ પણ તેણે ગોઠવી આપ્યાં છે. અણુ બૉમ્બ તેની પરાકાષ્ઠા છે. સાચો વિજ્ઞાની તો કદી પણ સંહારકવૃત્તિ પોષતો નથી.

મનુષ્યજાતની બૌદ્ધિક, માનસિક અને સાંસ્કારિક ખિલવણીમાં વિજ્ઞાને પુષ્કળ અને અમૂલ્ય ફાળો આપ્યો છે, એટલું જ નહિ પણ મનુષ્યની સુખ-સગવડો અને સમૃદ્ધિની અભિવૃદ્ધિમાં આ ફાળાનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હિસ્સો જરાય ઉતરતો નથી. છતાં ભૂતકાળના મહાન વૈજ્ઞાનિકોનો મોટો ભાગ વિજ્ઞાનનું ખેડાણ વિજ્ઞાનને ખાતર કરવામાં સંતોષ લેતો. પોતાની શોધખોળનું પરિણામ ઉદ્યોગોમાં યા બીજી રીતે ઉપયોગી કે ફળદાયી થશે કે નહિ એ વિચારવા તે જરા ય માથાકૂટમાં ન પડતો. આ વિજ્ઞાન-ધુરંધરોના કેટલાં ય સંશોધનો માત્ર ચાલુ સમય પૂરતાં જ ઉપયોગી નહોતાં: તેમની કિંમત ક્ષણિક નહોતી: તેની ઉપયોગિતા આજ સુધી ટકી રહી છે. આ બધાં મૂળભૂત સંશોધનોનાં પરિણામો ઉદ્યોગમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય એટલા માટે, વિજ્ઞાનના મૂળભૂત સિદ્ધાંતોનું યોગ્ય જ્ઞાન ધરાવતા વૈજ્ઞાનિકોની આપણને જરૂર છે. ટૂંકામાં વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ મનુષ્ય માટે ખોરાક, કાપડ અને જીવનની બીજી જરૂરિયાતો તૈયાર કરવા માટે થાય એ આપણા દેશની અત્યારની મુખ્ય અગત્ય છે. આપણી જાણ બહાર પણ વિજ્ઞાન આપણા જીવનમાં કેટલે અંશે પ્રવેશી ગયું છે એ આ પુસ્તક નિર્દેશે છે. આ પ્રયાસમાં કેટલે અંશે સફળતા મળી છે એનો નિર્ણય વાચકો જ કરી લે એ વધારે યોગ્ય છે.

આપણી વિદ્યાપીઠોમાં ગુજરાતી ભાષા દ્વારા શિક્ષણ આપવાનું થાય તો આવાં પુસ્તકો વિદ્યાર્થીઓમાં વિજ્ઞાનની રુચિ ઉત્પન્ન કરવાનું કામ કરી શકે. આ પુસ્તકમાં સમીકરણો(equations)અને વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતો ઇત્યાદિ જનતાને નિરુપયોગી વિષયો જાણીબૂઝીને સમાવવામાં આવ્યા નથી; નહીંતર યુનિવર્સિટીના વિદ્યાર્થીઓ માટે એ એક પાઠ્ય-પુસ્તક બની જાય. આવું પાઠ્ય-પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં તૈયાર કરવાના મારા પ્રયાસો ચાલુ છે.

આ પુસ્તક પ્રગટ કરવાની તક મળી તે માટે પ્રકાશકનો આભાર માનવો ઘટે છે. એમની અને મારા પ્રત્યે મમતા ધરાવતા મિત્રોની વારંવાર ટોકણી ન હોત તો આ પુસ્તક કદાચ બહાર પડી શક્યું ન હોત.

ગુજરાતે કાંઇક પક્ષપાતથી મારી વિજ્ઞાનવિષયક કૃતિઓને આદર આપ્યો છે અને આ દિશામાં મારા પ્રયત્નોની કદર કરી છે એ કાંઈ થોડા આનંદની વાત નથી.

ન. મૂ. શાહ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનુક્રમ

પ્રકરણ	વિષય	પૃષ્ઠ
૧	સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ	૧
૨	નાઈટ્રિક ઍસિડ અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ	૭
૩	બીજા તેજાબો	૧૪
૪	મીઠું	૨૦
૫	સોડા	૨૭
૬	બીજા સોડિયમ ક્ષારો	૩૪
૭	પોટાશિયમ ક્ષારો	૩૮
૮	સોડિયમ અને પોટાશિયમ બાઈક્રોમેટ	૪૩
૯	તાંબું—ધાતુ અને ક્ષારો	૪૮
૧૦	સોનું અને રૂપું	૫૬
૧૧	બોરિક ઍસિડ	૬૨
૧૨	કેટલાક ઉપયોગી ગૅસિઝ (વાયુઓ)	૬૬
૧૩	ઍમોનિયા	૭૨
૧૪	સાબુ અને ગ્લિસરીન	૭૮
૧૫	સાબુ	૮૩
૧૬	ક્લોરીન બ્રોમીન ફ્લોરીન	૮૭
૧૭	આયોડીન	૯૪
૧૮	જસત	૯૯
૧૯	પારો	૧૦૬
૨૦	મૅગ્નેશિયમ	૧૧૦
૨૧	ઍલ્યુમીનિયમ	૧૧૪
૨૨	અબરખ	૧૨૧
૨૩	અકીક	૧૨૫
૨૪	હીરા	૧૩૨
૨૫	રેતી	૧૪૪

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ	વિષય	પૃષ્ઠ
૨૬	કાચ	૧૪૯
૨૭	માટી	૧૫૪
૨૮	ગંધક	૧૫૯
૨૯	ગંધકના બીજા ઉપયોગી પદાર્થો	૧૬૫
૩૦	ગ્લિસરીન વિષે વધુ	૧૬૯
૩૧	ફૉસ્ફરસ	૧૭૪
૩૨	કાર્બન	૧૭૯
૩૩	કાર્બન અને તેનાં વિવિધ રૂપ	૧૮૩
૩૪	ઓઝોન	૧૮૮
૩૫	હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ	૧૯૧
૩૬	નિકલ	૧૯૪
૩૭	કોબાલ્ટ	૧૯૯
૩૮	પ્લૅટિનમ: શ્વેત સુવર્ણ	૨૦૨
૩૯	કેટલીક વિરલ ધાતુઓ	૨૦૬
૪૦	સુરમો સોમલ અને બિસ્મથ	૨૧૨
૪૧	યુરેનિયમ અને રેડિયમ	૨૧૬
૪૨	મૉનાઝાઈટ રેતી	૨૨૦
૪૩	ચૂનો ચિરોડી અને સિમેન્ટ	૨૨૩
૪૪	આતશબાજી	૨૨૭
૪૫	સિલિમેનાઇટ અને વર્મિક્યુલાઈટ	૨૩૦
	છેવટના બે બોલ	૨૩૨
	સૂચિ	૧–૬

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શ્રી બચુભાઇ રાવતને

જેમણે નિમિત્ત બની
આ પુસ્તક લખવા મને પ્રેર્યો
એ સ્નેહ અને મમતાની યાદગીરીમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ જ લેખકની અન્ય કૃતિઓ

લૂઇ પાશ્ચર

મહાન વૈજ્ઞાનિકો : ખંડ ૧-૨

શોધ અને સિદ્ધિ

મૅડમ ક્યૂરી

બાલવિજ્ઞાન વાચનમાળા
(મુંબઈ સરકારે મંજૂર કરેલી)

Practical Chemistry

Elementary Chemistry Theory & Problems
(For F.Y.Sc. & I.Sc. Classes)

દૂધ : સર્વસંપૂર્ણ ખોરાક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧

સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

કાપડ, તેલ. ખાંડ, દવા, રંગ ઇત્યાદિ આપણા જીવનની જરૂરિયાતો બનાવવાના અનેક ઉદ્યોગોમાં તેમજ જીવનની પ્રથમ જરૂરિયાત જે અનાજ, તેને પેદા કરવા માટે ખેતીમાં જે જે મહત્ત્વનાં રસાયનોની જરૂર પડે છે તેમાં, ગંધકનો તેજાબ (સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ), સુરોખારનો તેજાબ (નાઇટ્રિક ઍસિડ), મીઠાનો તેજાબ (હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ) તેમજ આલ્કલી (કૉસ્ટિક સોડા, ધોવાનો સોડા આદિ ક્ષારો) મુખ્ય ગણાય છે. આ રસાયનો 'ભારે રસાયનો' (heavy chemicals) તરીકે ઓળખાય છે અને તેનો ઉદ્યોગ 'ભારે રસાયનોનો ઉદ્યોગ' કહેવાય છે. જે દેશ આટલાં માત્ર ચાર રસાયનો વિપુલ પ્રમાણમાં ઉત્પન્ન કરી શકે તેની આધુનિક સંસ્કૃતિ ઉચ્ચ સ્થાને પહોંચી ગણાય એવો એનો મહિમા છે. અને એ ચાર રસાયનોમાં પણ ગંધકનો તેજાબ પહેલે નંબરે આવે છે. તે 'રસાયનોનો રાજા' કહેવાય છે. તેના ઉપયોગો અક્ષરશઃ 'અસંખ્ય' છે. યુદ્ધમાં તેમજ શાંતિના કાળમાં દરેક ઉદ્યોગમાં તે પ્રાણ રૂપ છે. તેની મદદ વડે બીજાં અનેક રસાયનો તૈયાર કરી શકાય. ટૂંકામાં, રસાયન-ઉત્પાદક ઉદ્યોગમાં ગંધકનો તેજાબ પ્રાથમિક જરૂરિયાત છે. આથી જ એમ કહેવાયું છે કે 'ગંધકનો તેજાબ ઉદ્યોગોની માતા છે.' તેનું ઉત્પાદન દેશની ઔદ્યોગિક પ્રગતિનું સૂચક ગણાય છે. એટલે આ પુસ્તકની શરૂઆત ગંધકના તેજાબથી કરીએ.

મધ્યયુગના કીમિયાગરો પારામાંથી સોનું બનાવવાનાં સ્વપ્નાં સેવતા, અને તે માટે અનેક શ્રમપૂર્ણ પ્રયત્નો કરતા—અનેક અટપટી ક્રિયાઓના અટપટા અખતરા ગોઠવતા. એમનું એ સ્વપ્ન તો સિદ્ધ ન થયું, પણ એ અથાગ પ્રયોગોના પરિપાક રૂપે કેટલીક નવી રાસાયનિક ક્રિયાઓ તેમને જડી આવી. એ કીમિયાગરોનાં ગુપ્ત સાંકેતિક લખાણોમાંથી

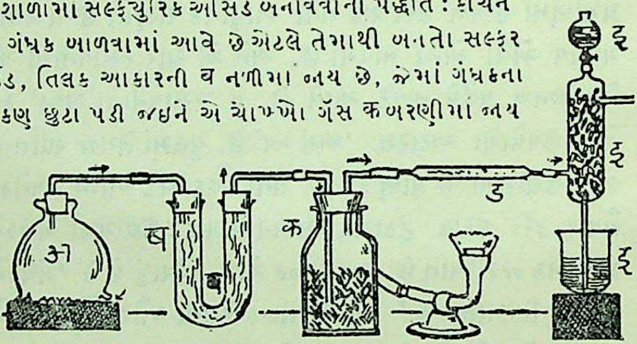
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉલ્લેખ મળી આવે છે કે હીરાકસીને આસવવાથી (distillation) એક પ્રકારનું દાહક તેલ નીકળે છે. આ તેલ જેવો પદાર્થ એ જ ગંધકનો તેજાબ. પરંતુ આ તેજાબ મોટા જથ્થામાં બનાવવાનું કાર્ય તો છેક અઢારમા સૈકામાં શરૂ થયું. એ જમાનામાં કારખાનાંવાળા મોટાં કાચનાં વાસણોમાં ઍસિડ બનાવવાની ક્રિયાઓ કરતા, કારણ કે આ ઍસિડ ઘણીખરી ધાતુઓ પર અસર કરતો હોવાથી ધાતુનાં વાસણ તો ખવાઈ જ જાય. પાછળથી માલૂમ પડ્યું કે સીસા ઉપર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની અસર લગભગ નહિવત્ છે, એટલે સીસાનો સરંજામ વાપરવાનું શરૂ થયું. આ ઉપરથી 'લેડ ચેમ્બર'(સીસાનો ઓરડો)ના નામથી ઓળખાતી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની બનાવટની પદ્ધતિ અસ્તિત્વમાં આવી.

સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની બનાવટનો મૂળભૂત સિદ્ધાંત સાવ સાદો છે. ગંધક બાળવાથી પેદા થતો સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ નામનો વાયુ અને

ℂ. પ્રયોગશાળામાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવવાની પદ્ધતિ : કાચના ચંબૂ अमां ગંધક બાળવામાં આવે છે એટલે તેમાથી બનતો સલ્ફર ડાયોકસાઈડ, તિલક આકારની ब નળીમાં જાય છે, જેમાં ગંધકના રહ્યાસહ્યા કણ છુટા પડી જઇને એ ચોખ્ખો ગૅસ क બરણીમાં જાય છે, જેમાં જલદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડથી ભીંજવેલા કાચના



મણકા હોય છે તેમાં એ ગૅસ સુકાય છે. પછી ધીમે તાપે ગરમ થતી ड નળીમાં પ્લૅટીનાઈઝ કરેલા ઍસબેસ્ટૉસની મદદથી વધારાનો ઑક્સિજન એ સલ્ફર ડાયોકસાઈડના સંસર્ગમાં આવતાં જ સલ્ફર ટ્રાયોકસાઈડ બને છે, તે इ યંત્રમાંના જલદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે જમા થાય છે. આ ક્રિયામાં જરૂરી ઑક્સિજન इ યંત્રમાં જમણી તરફ દેખાતા નળીના છેડા દ્વારા ઍસ્પીરેટરમાંથી મળ્યા કરે છે. આ સિદ્ધાંત ઉપર જ જંગી જથ્થામાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવાય છે. આ રીત **સંસર્ગ રીત** તરીકે ઓળખાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવામાંનો ઑક્સિજન, એ બંનેને સંયોજાવીને સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઈડ પેદા કરવો, જે પાણી સાથે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ આપે છે. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવવા માટે ગમે તે રીત વાપરો, પણ એ રીતનું કેન્દ્ર સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ અને ઑક્સિજન એ બે વાયુઓને સંયોજવાનું છે. આ સંયોજન સહેલાઈથી થતું નથી, પણ કોઈ સહાયક પદાર્થની (catalyst)ની હાજરીથી જ થઈ શકે છે.

ગંધક યા ગંધકિત પદાર્થોને બાળવાથી ગંધકનો વાયુ–સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ પેદા થાય છે. આ ક્રિયા કરતી વખતે હવા કે ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ગમે તેટલું વધારીએ, છતાં ગંધકનું એક પરમાણુ ઑક્સિજનનાં બે જ પરમાણુઓ સાથે સંયોજાય છે. ગમે તેમ કરીએ તો પણ ત્રીજા ઑક્સિજન-પરમાણુ સાથે તેનો સંયોગ થતો નથી, એટલે કે સલ્ફર 'ટ્રાયોક્સાઈડ' પેદા થતો નથી. જો ટ્રાયોક્સાઈડની બનાવટ સુલભ હોત તો સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની બનાવટ તદ્દન સહેલી બની જાત, કારણ કે સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઈડ સાથે પાણીનું સંયોજન એટલે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની ઉત્પત્તિ.

મોટા જથ્થામાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવવા માટે અત્યારે બે હરીફ રીતો પ્રચલિત છે: પહેલી 'લેડ ચેમ્બર' ને બીજી, 'સંસર્ગ રીત.' આ બંને રીતોનું ધ્યેય એક જ છે: સલ્ફર ડાયોક્સાઈડમાંથી ટ્રાયોક્સાઈડ બનાવવાનું. પણ તે સિદ્ધ કરવા જુદાજુદા સહાયક પદાર્થો વપરાય છે. પહેલી રીતમાં, સુરોખારમાંથી નાઇટ્રોજનનો ઓક્સાઇડ કાઢીને તેને, સહાયક પદાર્થ તરીકે વાપરવામાં આવે છે. બીજી રીતમાં, પ્લૅટીનમ ધાતુ એ કાર્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

'લેડ ચેમ્બર' પદ્ધતિની ટૂંકી રૂપરેખા નીચે પ્રમાણે દોરી શકાય: ગંધક યા ગંધકવાળા ખનીજ બાળીને પેદા થતો સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ વાયુ અને હવાનું મિશ્રણ એ બંનેને નાઈટ્રોજન ઓક્સાઈડની સાથે સીસાનાં પતરાં વડે મઢેલા એક મોટા ઓરડામાં લઈ જવામાં આવે છે. આ ઓરડામાં પાણીનો ઝીણો ફુવારો ચાલુ હોય છે. અને ત્યાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સલ્ફર ડાયોક્સાઈડમાંથી ટ્રાયોક્સાઈડ બને છે. નાઈટ્રોજન ઑક્સાઇડ પોતાનો ઑક્સિજન આપી દે છે અને ટ્રાયોક્સાઇડ પાણીની સાથે મળીને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ પેદા થાય છે, જે ઓરડામાં તળીએ એકઠો થાય છે. આમાં નાઇટ્રોજન ઓક્સાઈડ કેવી રીતે સહાયક પદાર્થનું કામ કરે છે તે પ્રક્રિયા હજી સુધી બરાબર સમજવામાં આવી નથી. એટલું ચોક્સ છે કે આ ક્રિયા દરમિયાન 'ચેમ્બર ક્રિસ્ટલ' પેદા થાય છે અને પછી તેનાપર પાણીની ક્રિયા થતાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બને છે. આ ક્રિયા થઈ ગયા પછી છુટો પડતો નાઇટ્રોજન ઓક્સાઇડ 'ગે લુસાક ટાવર' દ્વારા પાછો કામમાં લેવામાં આવે છે.

આ રીતે બનાવેલો તેજાબ પાતળો હોય છે. તેમાં ૩૦ ટકા પાણી હોય છે. તેને જલદ બનાવવા સીસાના પતરે મઢેલા વાસણોમાં ઉકાળવામાં આવે છે. પછી, પગથિયાની શ્રેણીમાં ગોઠવેલાં વાસણોમાં એ તેજાબને ગરમ કરવામાં આવે છે. એ વાસણો ઓગાળેલી રેતીમાંથી બને છે.

'સંસર્ગ-રીત' ઈ. ૧૮૩૧ માં શોધવામાં આવી હતી, પણ ૧૯૦૧ સુધી તેનો કાંઇ ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો ન હતો.

જર્મનીમાં બનાવટી ગળીને અંગે સંશોધનકાર્ય ચાલતું હતું. આ કાર્યમાં ખૂબ જલદ તેજાબ વિપુલ પ્રમાણમાં જોઈએ. આપણે જોઈ ગયા કે 'ચેમ્બર પદ્ધતિ'માં પેદા થતો તેજાબ ખૂબ પાણીવાળો હોય છે. અને તેને જલદ બનાવવા માટે આગળ બીજી ક્રિયાઓ કરવી પડે છે, છતાં ગળીની બનાવટમાં ઉપયોગી થાય એવો જલદ તેજાબ તેમાંથી બનતો નથી. એટલે જર્મનીની 'બેડીશ ઍનીલીન અને સોડા ફૅબ્રિક' નામની કંપનીએ ઈ. ૧૯૦૧માં અનેક નિષ્ફળ પ્રયોગોને અંતે સંસર્ગરીતને ફતેહમંદ પાર ઉતારી અને ઉદ્યોગોના ઇતિહાસમાં નવું પ્રકરણ શરૂ થયું.

સંસર્ગ-રીતમાં મુખ્ય મુશ્કેલી એ નડતી કે સહાયક પદાર્થની શક્તિ નાશ પામતી. પ્લૅટીનમ જેવી કિંમતી ધાતુ આમ નકામી થઈ જાય એ ન પાલવે. એટલે એ મુશ્કેલીનું નિવારણ કરવા બેડીશ કંપનીએ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સંશોધન હાથ ધર્યું, અને ઘણા પરિશ્રમને અંતે શોધી કાઢ્યું કે જો આ રીત ફતેહમંદ પાર ઉતારવી હોય તો તેમાં વપરાતો સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ તદ્દન શુદ્ધ હોવો જોઈએ. તેમાં સોમલ કે એવી કોઈ અશુદ્ધિ ન હોવી જોઈએ. ચેમ્બર રીતમાં તો ગમે તેવો સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ ચાલી શકે. એટલે આ રીત વડે બનાવેલો તેજાબ શુદ્ધ હોય છે એ એક મોટો ફાયદો છે.

આ રીતમાં શુદ્ધ સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ અને હવાના મિશ્રણને સહાયક પદાર્થ પર પસાર કરવામાં આવે છે. આમાં વસ્તુતઃ એક કરતાં વધારે સહાયક પદાર્થોનો ઉપયોગ થાય છે. પ્રથમ લોહભસ્મ વાપરીને ૬૦ ટકા સંયોજન કરાય છે, અને બારીક પ્લૅટીનમ પર એ વાયુઓને પસાર કરીને પ્રક્રિયા સંપૂર્ણ કરાય છે. આ રીતે તૈયાર થએલા સલ્ફર ડાયોક્સાઇડને જલદ તેજાબમાં શોષવામાં આવે છે. આમ ખૂબ જલદ–ફ્યૂમિંગ–તેજાબ પેદા થાય છે, જેમાં યોગ્ય પ્રમાણમાં બીજો તેજાબ નાખીને સામાન્ય સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (૯૮ ટકા) બનાવાય છે. ઉપરની શોષવાની ક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતી મુશ્કેલીઓ દૂર કરવા ૧૯૧૭-માં વૈજ્ઞાનિક કૉટ્રેલે 'વિજળિક અગ્રપાત'(electric precipitation)ની રીત દાખલ કરી. આ રીત ખૂબ ફતેહમંદ નીવડી છે.

એમાં તો કશી જ શંકા નથી કે સંસર્ગ-રીત વધારે કાર્યક્ષમ છે. તેનાથી વધારે જલદ તેજાબ પેદા થાય છે અને તેની શુદ્ધતા વિશેષ છે. એટલે આ રીત લેડ ચેમ્બર રીતને ઉથલાવી પાડે એવી ભીતિ છે.

હવે આ સબંધમાં આપણા દેશની પરિસ્થિતિ જોઈએ. હિંદમાં આ રસાયન બનાવવાનો ઉદ્યોગ ૨૫-૩૦ વર્ષથી વધારે સમયનો નથી. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનાં જૂનાં કારખાનાં મુંબાઇ અને કલકત્તામાં છે. આપણા દેશમાં મુખ્ય મુશ્કેલી કાચા માલની છે. પ્રથમ જરૂરિયાત ગંધક યા ગંધકિત પદાર્થની છે, જેમાંથી સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ બનાવી શકાય. આ માટે આપણે પરદેશથી થતી આયાત પર જ આધાર રાખવો પડે છે અને ઈટાલી યા અમેરિકાનો ગંધક મંગાવીને વાપરવો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડે છે. હમણાં જો કે બલુચિસ્તાનમાં* ગંધકનાં પડ જડી આવ્યાં છે, પણ તે હલકી જાતનો હોવાથી પરદેશની હરીફાઈમાં ઊભો રહી શકે કે નહિ એ સવાલ છે. યુદ્ધ પૂર્વે આપણે ત્યાં દર વર્ષે ૭૦,૦૦૦ ટન સલ્ફ્યુરિક અસિડ તૈયાર થતો : હવે એ આંકડો એક લાખ ટન ઉપર પહોંચ્યો છે. છતાં બીજા દેશોની સરખામણીમાં તો એ નિર્માલ્ય લાગે છે. અમેરિકા દર વર્ષે ૯૦ લાખ ટન અને ઇંગ્લાંડ ૧૫ લાખ ટન સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવે છે.

આપણા પ્રાંતમાં મુંબાઈ પાસે અંબરનાથમાં ધરમશી મોરારજી કેમિકલ વર્કસ તથા અમદાવાદ પાસે બારેજડીમાં રામકો કેમિકલ વર્કસ 'ચેમ્બર'ની રીતે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવે છે. હમણાં સંસર્ગ રીતથી તાતા કંપની અને મુંબઇ પાસે કલ્યાણ નજીક સોનાવાળા પણ આ ઍસિડ બનાવે છે. અમદાવાદમાં અનીલ સ્ટાર્ચ કંપની પણ આ રીત વાપરે છે.

સમૃદ્ધ જીવન ગાળવા ઇચ્છતી પ્રજાનો ઉદ્ધાર ઉદ્યોગોનો વિકાસ સાધ્યા વિના સંભવી શકતો નથી. વિકાસ સાધવાને પુષ્ટિ આપે-બધી પૂરેપૂરી સગવડો આપે, તેવી નીતિની સમજદાર દીર્ઘદર્શી સરકારની મદદ પણ એને હોવી જોઈએ. આપણા દેશની ઔદ્યોગિક ખીલવણી માટે આ વસ્તુ હવે સમજાવા લાગી છે. ઉદ્યોગોના વિકાસ અર્થે સ્વતંત્ર ભારતની સરકાર પોતાનાથી બનતું શક્ય બધું કરે છે; અને ઉત્તેજન પણ આપે છે.

---

*દેશના ભાગલા પડ્યા પછી બલુચિસ્તાન પાકિસ્તાનનો પ્રદેશ બન્યો છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨

નાઈટ્રિક ઍસિડ અને હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ

આપણા રોજિંદા જીવનની વપરાશની ચીજોમાંનાં લગભગ સર્વ રસાયણોમાં વ્યાપક એવા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (ગંધકના તેજાબ) વિષેની માહિતી ગયા પ્રકરણમાં આવી ગઈ. તેને અનુસંધાને બીજા તેજાબોનો જ આગળ વિચાર કરીએ. ગંધકનો, સુરોખારનો અને મીઠાનો, આ ત્રણ તેજાબો 'ખનીજ તેજાબો' તરીકે ઓળખાય છે. તે પૈકી હવે સુરોખારનો તેજાબ—નાઇટ્રિક ઍસિડ લઈએ.

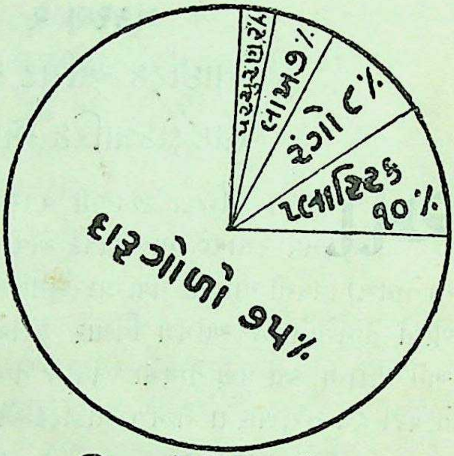
નાઇટ્રિક ઍસિડ એ નાઇટ્રોજનનો તેજાબ છે. પણ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની જેમ તે નાઇટ્રોજનમાંથી સહેલાઈથી બનતો નથી. નાઇટ્રોજનને સંયોજવાની ક્રિયા ખૂબ મુશ્કેલીભરી છે.

જે નાઇટ્રોજનવાળા પદાર્થોમાંથી આ ઍસિડ બનાવાય છે તેમાં કુદરતી સુરોખાર મુખ્ય છે. તે દક્ષિણ અમેરિકાના ચીલીમાંથી ખૂબ મળે છે. ત્યાં સુરોખારવાળા ખનીજના થરોના થરો આવેલા છે. સુરોખાર સાથે તેમાં જૂજ પ્રમાણમાં બીજા ક્ષારો પણ હોય છે. તેમાંથી આયોડીન કાઢવામાં આવે છે. આ સુરોખારને ગંધકના તેજાબ સાથે ગરમ કરીએ એટલે તેમાંથી નાઇટ્રિક ઍસિડ છૂટો પડે છે. આ ક્રિયા ૧૫૦૦થી ૫૦૦૦ રતલ સુરોખાર સમાય એવડા મોટા લોખંડના બકપાત્ર(રિટોર્ટ)માં કરવામાં આવે છે.

ગંધકનો તેજાબ સ્થિર છે: ગરમીને લીધે તેનું સહેલાઈથી વિઘટન થતું નથી. પણ સુરોખારનો તેજાબ અસ્થિર છે. તેનું ઉત્કલનબિંદુ માત્ર ૮૬ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેડ છે. એટલે મિશ્રણને જરાક ગરમી આપતાં નાઇટ્રિક ઍસિડ વાયુ રૂપે બહાર નીકળે છે અને તેને ઠંડો પાડવાથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



નાઇટ્રિક ઍસિડની વપરાશ

પ્રવાહી તેજાબ બને છે. આ રીતે શરૂઆતમાં લગભગ નિર્જળો તેજાબ તૈયાર થાય છે. તેમાં ૯૮–૯૯ ટકા તેજાબનું પ્રમાણ હોય છે. પછી જેમ ગરમી વધતી જાય તેમ તેનું વિઘટન થાય છે, જેથી પાણી છૂટે છે. એટલે પાછળનો ઍસિડ પાતળો આવે છે. આ ક્રિયા થઇ ગયા પછી બંકપાત્રમાં રહેલો પદાર્થ 'નાઇટર કેઇક' કહેવાય છે, જેમાંથી બનતો સોડિયમ સલ્ફેટ પણ ઉપયોગમાં આવે છે.

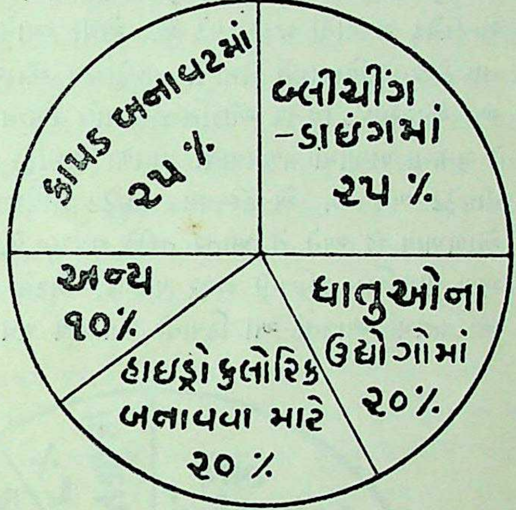
નાઇટ્રિક ઍસિડ મુખ્યત્વે દારૂગોળાની–સ્ફોટક પદાર્થોની બનાવટમાં ખૂબ વપરાય છે. શાંતિના કાળના બીજા પણ અનેક ઉદ્યોગોમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે, જે પૈકી રંગોની બનાવટમાં એ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ખેતીવાડીમાં પણ આ તેજાબના ક્ષારો ખાતર તરીકે ઘણા ઉપયોગી છે. વળી ત્રાંબું, જસત, રૂપું વગેરે ધાતુઓને ઓગાળી તેમાંથી ક્ષાર બનાવવા માટે તથા તેમના પર આલેખનો કોતરવા માટે પણ આ તેજાબ જ વપરાય છે. મુદ્રણકળામાં છાપવાના બ્લૉકો જસત કે ત્રાંબાને નાઇટ્રિક ઍસિડ વડે જ કોરીને બનાવવામાં આવે છે. આ ઉપરાંત તેના બીજા થોડા ગૌણ ઉપયોગો છે.

નાઇટ્રિક ઍસિડનું ટીપું જો ચામડી પર પડે તો તે પીળી થઇ દાઝે છે. આ ઍસિડ લાકડાના ભૂસા પર પડે તો ભૂસું સળગી ઊઠે છે. નાઇટ્રિક ઍસિડમાંથી ઑક્સિજન નીકળે છે એટલે તે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાઈટર કેકની વપરાશ દર્શાવતો આલેખ



ઑક-સવતો પદાર્થ (oxidising agent) કહેવાય છે.

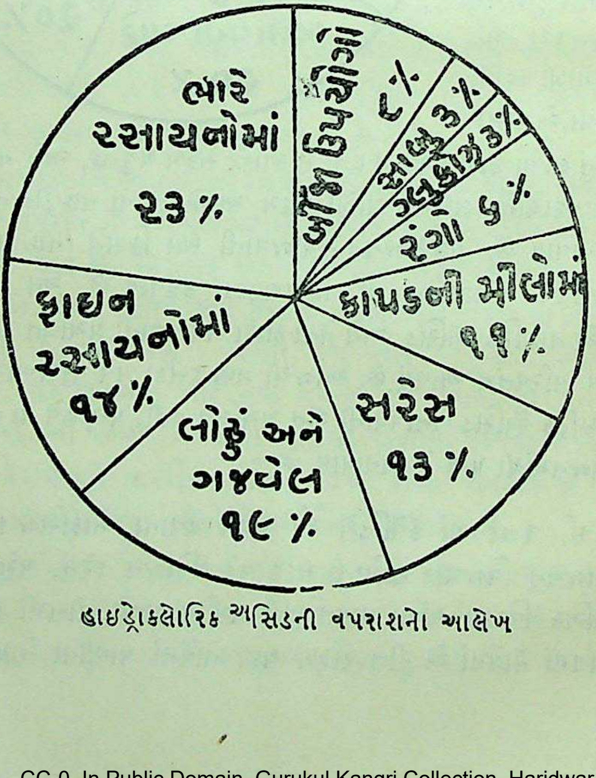
હવામાં તો નાઇટ્રોજનનો અખૂટ ભંડાર ભર્યો છે. પણ તેમાં તે આખલા જેવો છે, એટલે તેને નાથવો મુશ્કેલ છે. હવામાંના એ નાઇટ્રોજનનું સંયોજન કરી તેમાંથી ઉપયોગી પદાર્થો બનાવવા, એ રાસાયનિકોનું લાંબા કાળનું સ્વપ્ન હતું, તે આજે સફળ થયું છે, અને નાઇટ્રોજનના પદાર્થોનો લગભગ પોણો ભાગ આજે હવાના નાઇટ્રોજનમાંથી જ બનાવાય છે. નાઇટ્રોજનને સંયોજવાની આ ક્રિયાને 'નાઇટ્રોજનનું સ્થાયીભવન' fixation of nitrogen કહેવાય છે. આ ક્રિયાની સિદ્ધિએ નાઇટ્રિક ઍસિડ અને તેના ક્ષારો બનાવવાની પ્રચલિત રીતોમાં અજબ પરિવર્તન આણ્યું છે. આજથી ત્રણ દસકા પૂર્વે સુરોખારમાંથી જ નાઇટ્રિક ઍસિડ બનાવવાની રીત પ્રચલિત હતી, પણ હવે તો હવાના નાઇટ્રોજનમાંથી પણ તે બનાવાય છે.

ઈ. ૧૭૮૦માં કૅવેન્ડિશે સૌ પ્રથમ હવાના ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજનનું વિજળીક શક્તિની મદદ વડે સંયોજન કરેલું, પરંતુ તેનો ઔદ્યોગિક વિકાસ લાંબા વખત સુધી થઈ ન શક્યો. વીસમી સદીની શરૂઆતમાં નૉર્વેમાં એ રીત સફળ થઇ. નોર્વેમાં પાણીના ધોધ ખૂબ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે; એટલે ત્યાં વીજળી સસ્તી પેદા થતી હોવાથી વીજળીને લીધે ઉપરનું સંયોજન શક્ય બન્યું. કેમકે એ ક્રિયામાં ૩૨૦૦ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેડ ગરમીની જરૂર પડે છે. એથી હવાનો ઑકસિજન અને નાઇટ્રોજન સંયોજાઇને તેમાંથી નાઇટ્રોજન ઑકસાઇડ બને છે, અને આ ઑકસાઇડ વિશેષ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાય એટલે તેને પાણી કે ચૂનાના પાણીમાં મેળવવાથી પાતળો નાઇટ્રિક ઍસિડ યા કૅલ્શ્યમ નાઇટ્રેટ બને છે. એ કૅલ્શ્યમ નાઇટ્રેટ નૉર્વેજીયન સુરોખાર તરીકે ઓળખાય છે અને તે ખાતર તરીકે વપરાય છે. પણ આ ક્રિયામાં ખૂબ વીજળિક શક્તિની જરૂર પડે છે, એટલે બીજી સહેલી રીતો અસ્તિત્વમાં આવતાં આ ક્રિયાની રીત હવે બંધ પડતી જાય છે.



હાઇડ્રોક્લોરિક અસિડની વપરાશનો આલેખ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૯૧૪-૧૮માં પહેલા યુરોપીય યુદ્ધ દરમિયાન જર્મનીને મળતો સુરોખાર બંધ થયો. તેની યુદ્ધ-જરૂરિયાતોને આમ ફટકો પડ્યો, એટલે જર્મનોએ હવામાંથી નાઇટ્રોજન કાઢી નાઇટ્રિક ઍસિડ બનાવવાના ભગીરથ પ્રયત્નો શરૂ કર્યા. ઍમોનિયાને હવાના ઑક્સિજન સાથે કોઈ સંસર્ગ પદાર્થની હાજરીમાં ઑકસાવવામાં આવે તો નાઇટ્રિક ઍસિડ પેદા થાય છે. એ સંસર્ગ પદાર્થ તરીકે તો પ્લૅટીનમ ધાતુ વપરાય છે; પણ મુખ્ય વસ્તુ ઍમોનિયાનું શું ? અનેક મથામણો પછી જર્મન વૈજ્ઞાનિક હાબરે હવામાંના નાઇટ્રોજનને હાઇડ્રોજનની સાથે સંયોજીને ઍમોનિયા બનાવવાની રીત સિદ્ધ કરી. ૧ ભાગ નાઇટ્રોજન અને ૩ ભાગ હાઇડ્રોજનને ખૂબ દબાણમાં અને વિશેષ ઉષ્ણતાએ, લોઢામાંથી બનાવેલા સંસર્ગ પદાર્થ પર પસાર કરવામાં આવે તો ઍમોનિયા બને છે. અને પછી આ ઍમોનિયાનો ઉપયોગ નાઇટ્રિક ઍસિડ બનાવવામાં થાય છે. વળી એ ઍમોનિયાના ક્ષારો ઉપયોગી ખાતર પણ છે. એટલે હાબરની એ રીતે યુદ્ધકાળ અને શાંતિકાળ બન્ને સમયમાં ઉપયોગી સામગ્રી પૂરી પાડી છે.

પરંતુ આ રીતે બનાવેલો નાઇટ્રિક ઍસિડ પાતળો (૫૦-૬૦ટકા) હોય છે, એટલે સામાન્ય કામમાં તો તે ચાલી શકે, પણ ખાસ પ્રક્રિયાઓ માટે તેને ઘટ્ટ બનાવવો પડે છે, અને એ તેની ખામી છે. ઉપરાંત ઍમોનિયાની બનાવટમાં ખૂબ દબાણની જરૂર પડે છે, એટલે એમાં જોખમ પણ વધે છે. આ ખામીઓ સાયેનામાઈડ નામની રીત ટાળે છે. એ રીતમાં કૅલ્સ્યમ કારબાઇડને નાઇટ્રોજન સાથે સંયોજવામાં આવે છે. તેમાં શરૂઆતમાં વીજળિક ગરમીની જરૂર પડે છે, પણ પછી એટલી બધી ગરમી પેદા થાય છે કે વીજળી બંધ કરી દેવી પડે છે. પરિણામે કૅલ્સ્યમ સાયેનામાઇડ પેદા થાય છે. આ પદાર્થની વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી ઍમોનિયા બને છે, જેનો ઉપયોગ જુદાંજુદાં રસાયનોની બનાવટમાં કરી શકાય. આ રીતે એકલા અમેરિકામાં જ લગભગ બે લાખ ટન નાઇટ્રિક ઍસિડ બનાવાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મીઠાનો તેજાબ (હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ) તો આપણા રોજિંદા ઉપયોગમાં આવતા સામાન્ય મીઠામાંથી બનાવાય છે. મીઠાને ગંધકના તેજાબ સાથે મેળવવાથી આ ઍસિડ પેદા થાય છે. આ ઍસિડ વાયુરૂપ છે. તેને નાઇટ્રિક ઍસિડની માફક માત્ર ઠંડો કરવાથી તે પ્રવાહી થતો નથી; પણ તેને પાણીમાં પસાર કરવાથી હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડનું દ્રાવણ તૈયાર થાય છે. બજારમાં મળતા એવા ઍસિડમાં માત્ર ૩૨.૪૬ ટકા આ ઍસિડ હોય છે. મોટા ભાગનો ઍસિડ આ રીતે જ બને છે. પણ હવે નવી રીતો અસ્તિત્વમાં આવતી જાય છે: (૧) હાઇડ્રોજન વાયુ સાથે ક્લોરિનને વીજળિક રીતે બાળવાથી આ ઍસિડ પેદા થાય છે; (૨) ગરમ કોલસા પર ક્લોરિન અને વરાળ પસાર કરવાથી પણ આ ઍસિડ થાય છે. આ ક્રિયામાં સંસર્ગ પદાર્થ તરીકે લોઢાના ક્ષારો વપરાય છે; (૩) વળી મીઠામાંથી સોડા બનાવવાના ઉદ્યોગમાં આ ઍસિડ પેદા થાય છે. આજ સુધી એ ઉદ્યોગનાં કારખાનાંવાળાઓ તેનો ઉપયોગ કરી શકતા નહિ એટલે તેને હવામાં જવા દેતા. અને આવાં કારખાનાંઓની આસપાસ વાતાવરણ અસહ્ય થઈ પડતું. એટલે કારખાનાંવાળાઓને કાયદા કરીને ફરજ પાડવામાં આવી કે આ ઍસિડનો વાયુ વાતાવરણમાં જવા ન દેવો. પરિણામે આ વાયુને પાણીમાં ચૂસી લેવાની યોજના કરવામાં આવી અને સૌપ્રથમ મીઠાનો તેજાબ બજારમાં આવવા લાગ્યો. આજે આ રીતે છવ્વીસ હજાર ટન તેજાબ બચાવી લેવાય છે. જો કે તેનું કુલ ઉત્પન્ન તો લગભગ એક લાખ ટન ઉપર છે, એવી આ તેજાબની ઉદ્યોગમાં અગત્ય છે.

લોખંડ પર જસત ચઢાવવાના ઉદ્યોગમાં આ તેજાબમાં લોખંડનાં પતરાં બોળીને સાફ કરવામાં આવે છે. વોરાઓ કલાઈનું રેણ કરવા માટે જે તેજાબ વાપરે છે તે પણ આજ. લોખંડના તાર, રંગો અને બીજા નાનામોટા અનેક ઉપયોગમાં આ ઍસિડ આવે છે. આ ઍસિડ આપણી હોજરીના પાચકરસમાં પણ થોડા પ્રમાણમાં હોય છે. ભેજવાળી હવામાં આ ઍસિડના ધુમાડા નીકળે છે. ચામડીને આ તેજાબ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સ્પર્શે યા તેના ધુમાડા ચામડીને અડે તો ચામડી માત્ર તતડે છે, અને સારી રીતે પાણીથી ધોવાથી એ અસર ચાલી જાય છે.

મીઠામાંથી હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ બનાવ્યા પછી પાછળ જે પદાર્થ રહે છે તેને સૉલ્ટ કેઈક કહે છે. તેમાંથી પણ (નાઇટર કેઈકમાંથી બને છે તેમ) સોડિયમ સલ્ફેટ (અથવા ગ્લોબર સૉલ્ટ) બનાવાય છે. આ સલ્ફેટ મિલ ઉદ્યોગમાં ખૂબ વપરાય છે અને દર વર્ષે આશરે પાંત્રીસ હજાર ટન એવો સોડિયમ-સલ્ફેટ પેદા થાય છે.

આ ત્રણે તેજાબો (સલ્ફ્યુરિક, નાઇટ્રિક અને હાઇડ્રોક્લોરિક) તેમના જલદ સ્વરૂપમાં ખૂબ નુકસાનકારક છે. એટલે આ તેજાબોની સાથે કામ લેતાં ખૂબ સાવચેતી રાખવી. તેમાં યે ખાસ કરીને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડથી તો બહુ ચેતતા રહેવું. તેનું એક ઝીણું ટીપું કપડાં પર પડે તો ત્યાં કપડું બળી જાય છે, અને ચામડી પર પડે તો દાઝી જવાય છે એટલો બધો એ દાહક છે. વળી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને પાતળો કરતી વખતે પણ ખાસ ધ્યાન રાખવું: પાણીમાં ધીમેધીમે તેજાબ નાખવો પણ **તેજાબમાં કદી પાણી નાખવું નહિ.** એ ક્રિયાથી તો ઊલટી અત્યંત ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે!

અકસ્માતે કદાચ આ તેજાબથી દાઝી જવાય તો તાત્કાલિક મદદ નીચે પ્રમાણે કરવી: (૧) પ્રથમ પુષ્કળ બહોળા પાણીથી તે ભાગ ધોઈ નાખવો; થોડું પાણી વાપરવાથી તો ઊલટી પીડા વધશે. (૨) પછી ૮ ટકા સોડા બાઈ કાર્બનું દ્રાવણ લઈ તેનાથી તે ભાગ ધોઈ નાખવો. જો દાઝ ઊંડી ગઈ હોય તો ઉપરની ક્રિયાઓ ફરી ફરીને કરવી. પછી એકરી-ફ્લેવીન યા પિકરિક ઍસિડનું દ્રાવણ ચોપડવું. આજકાલ બજારમાં મળતું 'બરનોલ' પણ આ કામ માટે વપરાય છે.

એક ખાસ નોંધવા જેવી નવાઈની વાત એ છે કે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઊનનાં કપડાંને બાળી શકતો નથી!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩

બીજા તેજાબો

હાઈડ્રોફ્લોરિક ઍસિડ

આરસપહાણના ટુકડા જેવા ફ્લ્યોર સ્પાર યા ફ્લ્યોરાઈટ નામના ખનિજના સ્ફટિકો ઘણી જગ્યાએથી મળી આવે છે. આ સ્ફટિકોનો એક ગુણ એવો છે કે જો તેને પ્રકાશમાં ધારવામાં આવે તો વાદળી રંગની છાંટ દેખાય છે—જેમ કિવનાઈનના દ્રાવણમાં દેખાય છે તેમ. આ ફ્લ્યોરાઈટ, ધાતુઓના ખનિજને શુદ્ધ કરનાર પદાર્થ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ભઠ્ઠીમાં ફ્લ્યોરાઇટ અશુદ્ધિઓ સાથે સંયોજાઈ જઇને તેમને સાથે લઈ પ્રવાહી રૂપે ધાતુથી જુદો પડે છે. આ ઉપરથી તેનું નામ ફ્લ્યોરાઈટ પડયું છે, કારણ કે લૅટિન ભાષામાં ફ્લ્યુઓ એટલે વહેવું એવો અર્થ થાય છે. આ ખનિજમાં ફ્લોરીન નામનું તત્ત્વ છે. વનસ્પતિ તેમજ મનુષ્ય શરીરના ઘડતરમાં આ તત્ત્વ આવશ્યક છે. આપણાં હાડકાંઓમાં તેમજ દાંતના ઇનૅમલમાં કૅલશ્યમ-ના ક્ષાર રૂપે પણ આ તત્ત્વ હોય છે. એટલે ઊંચી જાતના ટૂથપેસ્ટની બનાવટમાં ફ્લોરીનના ક્ષાર ઉમેરવામાં આવે છે.

એ ફ્લોરીનનું હાઇડ્રોજન વાયુ સાથે સંયોજન થવાથી હાઇડ્રો-ફ્લોરિક ઍસિડ બને છે. પરંતુ મોટા જથ્થામાં બનાવવા માટે ફ્લ્યોર સ્પારને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે આસવવામાં આવે છે. આ ક્રિયા કાચના વાસણમાં થઈ શકતી નથી, કારણ કે હાઇડ્રોફ્લોરિક ઍસિડ કાચને ખાઈ જાય છે. એટલે તેમાં સીસાનાં વાસણો વાપરવાં પડે છે. આ ઍસિડ પણ એટલા જ કારણસર રબરની યા મીણની બાટલીઓમાં રાખવામાં આવે છે.

હાઇડ્રોફ્લોરિક ઍસિડ વાયુ છે અને પાણીમાં તે ખૂબ દ્રાવ્ય છે. બજારમાં મળતો ઍસિડ ૩૦ ટકાથી ૬૦ ટકાનું દ્રાવણ છે. તેનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપયોગ ફ્લોરાઇટ ક્ષારો બનાવવા માટે થાય છે. કાચની કોતરણી (etching) માં તથા પથ્થરોના ઘડતરમાં તે ખૂબ વપરાય છે. ઉપરાંત લોઢાના ઢાળામાંથી રેતી કાઢવા માટે, તથા જંતુવિનાશક તરીકે લાકડું સડી ન જાય તેના રક્ષણ માટે પણ તે વપરાય છે.

કાચ કોતરવામાટે, જે કાચની ચીજ પર કોતરણી કરવી હોય તેના પર ગરમ પૅરૅફીન(મીણ)નું પડ ચોપડવામાં આવે છે. તે ઠરી ગયા પછી તેમાં તીક્ષ્ણ સાધન વડે જોઈતી આકૃતિઓ કોતરવામાં આવે છે. એ ચિત્રામણ સિવાયનો બીજો બધો કાચ મીણથી ઢંકાએલો રહે છે. પછી સીસાના પતરાથી મઢેલી ઊંડી રકાબીમાં કે બીજા અનુકૂળ વાસણમાં ફ્લ્યોર સ્પારના ભૂકાને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવી તેના પર મીણની આકૃતિવાળી આ કાચની ચીજ ધરી રાખવાથી આકૃતિવાળો કાચનો ભાગ હાઇડ્રોફ્લોરિક એસિડ સાથે સંસર્ગમાં આવે છે, એટલે તે જગ્યાએ ઍસિડ કાચને ખાઇ જાય છે ને કાચમાં ચિત્રામણ પડે છે. પણ મીણવાળા ભાગ પર કાંઈ અસર થતી નથી. પછી મીણ કાઢી નાખીએ એટલે ચિત્રામણવાળો કાચ તૈયાર થાય છે.

આ ઍસિડ સાથે કામ ખૂબ સાવચેતીપૂર્વક લેવું. ચામડી પર પડે તો ખૂબ પીડા થાય છે, અને તેના ચાઠાં રૂઝાતાં ખૂબ વખત લાગે છે.

આ ઍસિડની જગતની વાર્ષિક ઉત્પન્ન લગભગ ૪૫ લાખ પૌંડ જેટલી છે, એ ઉપરથી તેની ઉપયોગિતાનો ખ્યાલ આવશે.

ફૉસ્ફૉરિક ઍસિડ

હાડકાંની રાખ યા ફૉસ્ફેટ શિલાઓના ભુક્કા સાથે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ મેળવીને ફૉસ્ફૉરિક ઍસિડ બનાવાય છે. આ ઍસિડ ટૉનિક દવાઓમાં ગ્લીસરીન સાથે સંયોજીને ઉપયોગમાં લેવાય છે: આ 'ગ્લીસરોફૉસ્ફેટ' ઈસ્ટન સીરપ ને એવી બીજી ટૉનિક દવાઓમાં ખૂબ વપરાય છે. તેના ક્ષારો પણ આપણા જીવનમાં ઉપયોગી થાય છે. ટ્રાય સોડિયમ ફૉસ્ફેટ સાબુની બનાવટમાં, ભારે પાણીના શુદ્ધિકરણમાં તેમજ બૉઇલરની ખારી (scale) કાઢવામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વપરાય છે. ડાય સોડિયમ ક્ષાર પણ ભારે પાણીને સાફ કરવામાં ઉપયોગી થાય છે. મોનો સોડિયમ તેમજ મોનો કૅલશિયમ ક્ષાર 'બેકિંગ પાઉડર'ની બનાવટમાં કામ આવે છે. અન્ય ફૉસ્ફેટ ક્ષારો ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. આ બેકિંગ પાઉડર પાંઉ બનાવવામાં ખાસ વપરાય છે, એટલે ઘરગથ્થુ બેકિંગ પાઉડરનું પ્રમાણ નીચે આપીએ છીએ : સોડિયમ બાઈ કાર્બોનેટ : ૨૬·૭૩ ટકા; બારીક મેંદો : ૩૯·૮૪ ટકા; મોનો કૅલશિયમ ફૉસ્ફેટ : ૩૩·૪૩ ટકા. બેકરીવાળા જે બેકિંગ પાઉડર વાપરે છે તેની વસ્તુઓ છૂટી વેચાય છે અને તેને ભેગી કરીને તેઓ પોતાનો માલ બનાવી લે છે. તેમાં ૩૦·૬ ટકા સોડિયમ બાઇ કાર્બોનેટ, ૨૯·૦૩ ટકા મેંદો અને ૪૦·૪ ટકા સોડિયમ પાઇરોફૉસ્ફેટ આવે છે. આ મિશ્રણ ૧૭ ટકા કાર્બન ડાય–ઑકસાઇડ ગૅસ આપે છે.

ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ ખૂબ સ્થિર છે. તેનું સહેલાઇથી વિઘટન થતું નથી. તેને ગંધ નથી. 'લેમોનેડ' બનાવવા માટે તેના ૭૪ પાણીવાળું દ્રાવણ વપરાય છે. ફૉસ્ફરસને નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે ઓકસાવવાથી શુદ્ધ ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ બને છે.

આ બધા તેજાબો 'ખનીજ ઍસિડો'–inorganic acids– કહેવાય છે. આવા બીજા પણ ઘણા ઍસિડો છે, પરંતુ તેઓનું મહત્ત્વ કાંઇ ખાસ નથી. માત્ર રસાયનના વિશિષ્ટ અભ્યાસીઓને એમાં ખૂબ રસ પડે,—સામાન્ય જનતાને નહિ.

હવે કાર્બનિક રસાયણના કેટલાક ઉપયોગી ઍસિડો જોઈએ. આમાં ઍસેટિક ઍસિડ, સાઇટ્રિક ઍસિડ, ટાર્ટરિક ઍસિડ અને ઓકઝૅલિક અસિડ આપણા ખાસ ઉપયોગમાં આવે છે. આ ચાર પૈકી પહેલો ઍસિડ પ્રવાહી છે; બાકીના પાસાદાર સફેદ ઘન પદાર્થો છે.

ઍસેટિક ઍસિડ

ઍસેટિક ઍસિડનું પાતળું દ્રાવણ વીનેગર (સરકો) તરીકે જાણીતું છે. દારૂને લાંબો વખત ઉઘાડો મૂકી રાખવાથી તે ખાટો થઈ જાય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. આ ખટાશ તેમાં ઍસેટિક ઍસિડની ઉત્પત્તિને લીધે આવે છે. ખોરાકમાં ખટાશ લાવવા માટે આ વીનેગર (સરકો) જ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. પશ્ચિમની પદ્ધતિ અનુસાર રહેનારાઓના ખાવાના ટેબલ પર વીનેગરની બાટલી તમે જોશો જ. પારસીઓ, ખ્રિસ્તીઓ તથા મુસલમાનોના ખોરાકમાં વીનેગર (સરકો)એ

એસેટિક ઍસિડનું ઉદ્યોગોમાં સ્થાન

રોજિંદી વપરાશની ચીજ લેખાય છે. જો કે વીનેગરને બદલે લેક્ટિક ઍસિડ વપરાવા લાગ્યો છે, કેમકે શરીરને તે વિશેષ ફાયદાકારક પુરવાર થયો છે. દૂધને મેળવવાથી દહીં થાય છે. દહીંમાં લેક્ટિક ઍસિડ હોય છે.

પરંતુ શુદ્ધ ઍસેટિક ઍસિડ વીનેગરમાંથી કદી બનાવાતો નથી. ઍસેટિક ઍસિડ ઉદ્યોગોમાં પુષ્કળ વપરાય છે, અને તેની બનાવટની જુદીજુદી રીતો અસ્તિત્વમાં આવી છે. લાકડાને હવા વિનાના વાતાવરણમાં ગરમ કરવાથી તેમાંથી એક પ્રવાહી નીકળે છે જેને પાઇરોલિગ્નીઅસ ઍસિડ કહેવામાં આવે છે. આમાંથી ઍસેટિક ઍસિડ તૈયાર કરવામાં આવે છે. કૅલશિયમ કારબાઇડને પાણી સાથે મેળવવાથી ઍસેટીલીન બને છે અને તે વાયુને સંસર્ગપદાર્થની મદદ વડે પાણી સાથે સંયોજીને પછી ઑકસાવવાથી ઍસેટિક ઍસિડ બને છે. શુદ્ધ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઍસેટિક ઍસિડને ઠંડીમાં રાખવાથી તે ઘન બની જાય છે.

ઍસેટિક ઍસિડ અતિ ઉપયોગી દ્રાવક છે. સફેદાની બનાવટમાં ઍસેટિક ઍસિડની ખૂબ જરૂર પડે છે. સીસાને ઍસેટિક ઍસિડમાં ઓગાળવાથી લેડ ઍસીટેટ (સીસાની સાકર) બને છે. સીસામાંથી સફેદો બનાવવા માટે આ ક્રિયા પ્રથમ કર્યા પછી કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુ પસાર કરવામાં આવે છે. વળી આ ઍસેટિક ઍસિડના રંગીન ક્ષારો રંગ તરીકે ઉપયોગી પદાર્થોની બનાવટમાં પણ કામ આવે છે. કાપડ છાપવામાં અને રંગવામાં આ ઍસિડના ક્ષારો કાપડની મીલોમાં ખૂબ વપરાય છે.

કૅલશિયમ એસીટેટને આસવવાથી એસિટોન બને છે. આ એસિટોન સળગી ઊઠે એવો પ્રવાહી છે અને તેનો ઉપયોગ દારૂગોળાની બનાવટમાં પુષ્કળ થાય છે. ઍસેટિક ઍસિડ, પ્લાસ્ટિક, બનાવટી સુગંધી પદાર્થો અને અન્ય કાર્બનિક પદાર્થોની બનાવટમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

સાઈટ્રિક ઍસિડ

સાઈટ્રિક ઍસિડ લીંબુના રસમાં હોય છે. બધાં ખાટાં ફળોના રસમાં થોડેઘણે અંશે તો આ ઍસિડ માલૂમ પડે જ છે. તેના ક્ષારો ઘણી વનસ્પતિમાં હોય છે. લીંબુના રસમાં તો ૭-૮ ટકા જ આ ઍસિડ હોય છે, પરંતુ મોટા પાયા પર જોઈએ તે માટે તો આ ઍસિડ સાકરને સરકાવીને બનાવાય છે. આ ઍસિડની સાથે લોઢાનું સંયોજન કરીને બનાવેલો 'ફેરિક ઍમોનિયમ સાઈટ્રેટ' દવામાં પણ વપરાય છે. આ ઍસિડ મનુષ્યના શરીરમાં જરા યે નુકશાનકર્તા નથી. મીઠાઈ, પિપરમેન્ટ ઇત્યાદિની બનાવટમાં તે ખૂબ વપરાય છે. લેમન, રાસ્પબરી વગેરે મીઠાં પીણાંની બનાવટમાં પણ તેનો જ ઉપયોગ થાય છે: સોડિયમ સાઇટ્રેટ ઔષધમાં વપરાય છે.

ટાર્ટરિક ઍસિડ

ટાર્ટરિક ઍસિડ આમલી, કોકમ, દ્રાક્ષ વગેરેમાં હોય છે. દ્રાક્ષમાંથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દારૂ બનાવતી વખતે તેનો પોટૅશિયમ્ ક્ષાર જુદો પડે છે. આપણા દાંત પર જે છારી બાઝે છે તેમાં પણ આ ઍસિડનો ક્ષાર હોય છે; એટલે જ એ દાંતની છારીને અંગ્રેજીમાં ટાર્ટર કહે છે. બીજાં ઘણાં ફળોના રસોમાં પણ આ ઍસિડ મળી આવે છે. તેનો ટાટર ઍમેટિક નામનો ક્ષાર દવામાં તેમજ કાપડ રંગવામાં વપરાય છે. રેાશેલ સૉલ્ટ નામનો તેનો ક્ષાર રૂપાનો ગિલ્ટ ચડાવવામાં ઉપયોગી છે.

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ

ઑક્ઝૅલિક ઍસિડ સાકરને નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવાથી બને છે. પણ મોટા પાયા પર જોઇએ ત્યારે તો દેવદારના લાકડાના ઝીણા વેરને કૉસ્ટિક સોડા સાથે ગરમી વડે થિજાવીને આ ઍસિડ બનાવવામાં આવે છે. આ રીતમાં પ્રથમ તેનો સોડિયમ ક્ષાર તૈયાર થાય છે, જેમાંથી ઍસિડ છૂટો પાડવામાં આવે છે.

આ ઍસિડનું પાતળું દ્રાવણ શાહીના ડાઘા કાઢવામાં ઉપયોગી છે. ડાઘો પડેલા કાપડના ભાગ પર આ ઍસિડના દ્રાવણમાં બોળેલું રૂનું પોતું ઘસવાથી ડાઘ નીકળી જાય છે. પણ આ ઍસિડ ઝેરી પદાર્થ છે, એટલે ઘરમાં તેની બાટલી ખૂબ સાવચેતીથી રાખવી. વળી તેના સ્ફટિકો અને રેચક તરીકે વપરાતા વિલાયતી મીઠા(મૅગ્નેસ્યમ સલ્ફ)ના સ્ફટિકો લગભગ સરખા દેખાવના હોય છે, એટલે ભૂલથી એકને બદલે બીજું આપી દેવાના ઘણા દાખલા બને છે; આવું બને ત્યારે દર્દીને ચૂનાનું નિતરું પાણી પાવું.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪થું

મીઠું

રસાયનશાસ્ત્રીઓએ બધા પદાર્થોને ત્રણ મુખ્ય વિભાગોમાં વહેંચી નાખ્યા છે: (૧) તેજાબો–ઍસિડ; (૨) બેઇઝ (bases); અને (૩) ક્ષારો–સૉલ્ટસ. એ પૈકી મુખ્યમુખ્ય તેજાબોની માહિતી આપણે જોઇ ગયા. હવે ક્ષારો લઇએ. મીઠું આવો એક ક્ષાર છે.

હવા અને પાણીને બાદ કરતાં, મીઠા જેવો રોજિંદા ઉપયોગમાં આવતો બીજો કોઇ પદાર્થ ભાગ્યે જ મળશે. આપણા ખોરાકનો તે ઉપયોગી અંશ છે. (જણ દીઠ વર્ષે આશરે ત્રીસ પૌંડ મીઠું જોઇએ.) ઢોરના ખોરાકમાં પણ મીઠું અગત્યનું છે. ઉપરાંત, મીઠાનું સ્થાન ઉદ્યોગોમાં તો અતિ મહત્ત્વનું છે. તેજાબોમાં જેમ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ અનેક ઉદ્યોગોમાં અગ્રણી છે, તેમ ક્ષારોમાં મીઠું પણ એવું જ સ્થાન ભોગવે છે. મીઠામાંથી સોડા બનાવવાનો ઉદ્યોગ 'આલ્કલી ઇન્ડસ્ટ્રી' કહેવાય છે. રસાયણો બનાવવાના સર્વ ઉદ્યોગોમાં એ આલ્કલી બનાવવાનો ઉદ્યોગ મોખરે આવે છે, અને તેમાં મીઠું જ કાચા પદાર્થ તરીકે વપરાય છે. એટલે પ્રથમ આપણે મીઠા સંબંધે જાણીએ.

મીઠું કુદરતમાં લગભગ અમર્યાદિત જથ્થામાં મળી આવે છે. દરિયાના પાણીમાં લગભગ ત્રણ ટકા મીઠું હોય છે. પ્રાથમિક કાળની શિલાઓમાં પણ જૂજ પ્રમાણમાં તેનું અસ્તિત્વ હોય છે. મીઠું પાણીમાં દ્રાવ્ય હોવાથી એ શિલાઓ પર વરસાદનાં પાણી પડતાં એ મીઠું ધોવાતું ધોવાતું દરિયાના પાણીમાં એકઠું થાય છે. ઉપરાંત, ઘણી જગ્યાએથી પ્રાચીન કાળમાં જામેલા મીઠાના થર–ભરાણ–ખાણો મળી આવે છે. રાજપુતાનામાં ડીંડવાના પાસેથી તેમજ પંજાબમાંથી આ પ્રકારનું મીઠું નીકળે છે. દુનિયામાં મોટામાં મોટી મીઠાની ખાણ ગલીસિયામાં આવેલી છે. તે ૫૦૦ માઇલ લાંબી, ૨૦ માઇલ પહોળી અને ૧૨૦૦

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

५४ग २६.१६
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri
१३

ફૂટ જાડી છે. આ મીઠું અત્યંત પુરાણા ભૂસ્તરીય કાળમાં બન્યું હશે. જે જગ્યાઓએથી એ નીકળે છે ત્યાં પ્રાચીન કાળમાં દરિયેા યા મેાટાં સરેાવરેા હશે અને જ્વાળામુખીના ઉલ્કાપાતેા વગેરે ભૂસ્તરીય ફેરફારેાથી તે પુરાઇ જતાં ત્યાં મીઠું જામી ગયું હશે. અંગ્રેજી ભાષામાં આવું મીઠું 'રૉક-સૉલ્ટ' (ખડકનું મીઠું) તરીકે એાળખાય છે. આપણે તેને સિંધવ, સિંધાલૂણ યા ખનિજ-મીઠું કહીએ છીએ.

ધ્રાંગધ્રા તેમજ તેની નજીકના ખારાઘેાડાના પ્રદેશમાં પણ ખનિજ મીઠાની આ પ્રકારની ભૂસ્તરીય પ્રક્રિયા થઇ હશે; પણ તે અધૂરી રહેવાથી ત્યાંના પ્રાચીન દરિયાનું પાણી જામેલા સિંધવ રૂપે નહિ પણ પ્રવાહી રૂપે નીકળે છે, અને તેને પકાવવાથી મીઠાના મેાટા સ્ફટિકેા બને છે, જેને વડાગરા મીઠા તરીકે આપણે એાળખીએ છીએ. આ મીઠું પકવવા માટે ત્યાં કૂવા ખેાદી તેમાંથી મીઠાનું પાણી કાઢીને ક્યારા-એામાં સૂકવવામાં આવે છે; અને એક જ થરમાં તેમાંથી વડાગરા મીઠાના સ્ફટિકેા જામી જાય છે. આ વડાગરા મીઠાના સ્ફટિકેા શેકવાથી પણ સિંધાલૂણ બની રહે છે.

દરિયાના પાણીમાંથી મીઠું પકાવવાનેા ઉદ્યોગ ખૂબ જૂનેા છે. પાણીને મેાટા છીછરા ક્યારાએામાં ભરી રાખી સૂર્યની ગરમી વડે સૂકવી નાખવામાં આવે છે. પાણી સંપૂર્ણતઃ શેાષાઇ જતાં તેમાંનું મીઠું તળિયે બેસે છે, જે પછીથી કાઢી લેવામાં આવે છે. મીઠાના આવા ક્યારા, જે 'મીઠાના અગર' કહેવાય છે, તેમાં તૈયાર થએલું મીઠું 'સેાલર સૉલ્ટ' (સૂર્યગરમીથી પાકેલું મીઠું) 'ઘસિયું મીઠું' કહેવાય છે. એ મીઠું કાઢી લીધા પછી પાછળ રહેતા પ્રવાહીને 'બીટર્ન' કહે છે, જેનેા ઉપયેાગ મૅગ્નેસ્યમ ક્ષારેા તથા બ્રોમીન કાઢવામાં થાય છે.

જે પ્રદેશેામાં (ખાસ કરીને પશ્ચિમમાં) સૂર્યની ગરમી સુલભ નથી ત્યાં મીઠું બનાવવા માટે ઘટાડેલા દબાણવાળા નિર્વાતક કડાએામાં મીઠા-વાળા પાણીને ઉકાળવામાં આવે છે. એ ક્રિયા ધીમેથી કરવામાં આવે

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તો મીઠાના મોટા સ્ફટિકો બંધાય છે; અને જો ભૂકો જોઇતો હોય તો એ ક્રિયા જલદી કરવામાં આવે છે. આ રીતે તૈયાર થએલાં અનેક તરેહનાં મીઠાં બજારમાં મળે છે. તેનું વર્ગીકરણ તેના સ્ફટિકોની બારીકાઇ પર કરવામાં આવે છે. ખોરાકમાં વપરાતા 'ટેબલ સૉલ્ટ'ના દાણા એક સરખા ઝીણા હોય છે. આ ઉપરાંત ઔદ્યોગિક મીઠું, માછલી માટે વપરાતું મીઠું અને એની બીજી અનેક જાતો ત્યાં વેચાય છે. માછલિયું મીઠું એકસરખું હોતું નથી.

મીઠા પરત્વે આપણી સ્થિતિનો વિચાર કરીએ તો આપણા દેશમાં તો એવી કૃત્રિમ પદ્ધતિથી મીઠું તૈયાર કરવાની કશી જરૂર નથી. દેશ ફરતો ત્રણે બાજુ દરિયાકાંઠો છે, એટલે મીઠું પકવવા માટે પુષ્કળ સગવડ છે. પંજાબમાં અને ઉપર જણાવેલા બીજા પ્રદેશોમાંથી પુષ્કળ ખનિજી મીઠું પણ નીકળે છે. છતાં નવાઇની વાત એ છે કે આપણો મીઠાનો ઉદ્યોગ પૂરેપૂરો ખીલેલો નથી. વળી અત્યાર સુધી તો આપણા દેશમાં મીઠાનો કર હતો, તે પણ આ સ્થિતિ માટે જવાબદાર ગણાય. હવે એ કર નાબૂદ થયો છે એટલે મીઠાના ઉદ્યોગની ખિલવણી અર્થે અનેક સંભવિતતાઓ છે.

અગાઉ જોઇ ગયા તેમ મીઠું ખોરાકમાં અતિ ઉપયોગી પદાર્થ હોવા ઉપરાંત અનેક ઉદ્યોગોમાં પણ મહત્ત્વનું સ્થાન લે છે. સોડા, કૉસ્ટિક સોડા, ક્લોરીન, હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વગેરે બનાવવામાં મીઠું પુષ્કળ વપરાય છે. મચ્છી અને બીજી સંગ્રહી રાખવાની ખોરાકી ચીજો બગડી ન જાય એ માટે પણ મીઠું ખૂબ ઉપયોગમાં લેવાય છે. અથાણું સારું બનાવવા માટે મીઠું ઠીક પ્રમાણમાં વપરાવું જોઇએ; નહિતર ઓછા મીઠાવાળું અથાણું બગડી જાય છે. માટીનાં વાસણોને ઓપ ચડાવવા માટે મીઠું ખાસ ઉપયોગી છે. સોડિયમના અનેક ક્ષારો તો સીધી યા આડકતરીરીતે મીઠામાંથી જ બનાવાય છે.

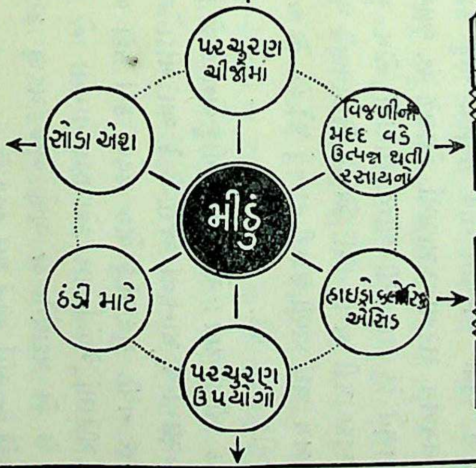
મીઠાના સ્ફટિકો પારદર્શક, રંગ વિનાના અને ચોરસ આકારના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મીઠાના ઉપયોગ તથા તેમાંથી બનતી ચીજો

[ખાવાનો સોડા બાઈ કાર્બ; સૉલ્ટ કેઈક; સોડિયમ સલ્ફેટ;
સોડિયમ સાયેનાઇડ; સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ]



સોડિયમ એસીટેટ
સોડિયમ બેન્ઝોયેટ
સોડિયમ બાઇ સલ્ફાઈટ
સોડિયમ સાઇટ્રેટ અને ટાર્ટરેટ
સોડિયમ સાયેનાઈડ
સોડિયમ ફ્લોરાઇડ
કૉસ્ટિક સોડા
સોડિયમ ફૉસ્ફેટ
સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ (હાઇપો)
સોડિયમ બાઇક્રોમેટ

ક્લોરિન
કૉસ્ટિક સોડા
બ્લીચિંગ પાઉડર
સોડિયમ ક્લોરેટ
હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ

ઝિંક ક્લોરાઈડ
ઍલ્યુમીનિયમ ક્લોરાઈડ
આયર્ન પરક્લોરાઈડ
મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ
બેરિયમ ક્લોરાઈડ
કલાઇનો ક્લોરાઈડ

[મનુષ્ય તેમજ જનાવરોના ખોરાકમા; ખનિજમાથી રૂપું ને ત્રાંબુ કાઢવામા; ખોરાક સાચવી રાખવામાં; માટીનાં વાસણોપર (ઓપ) ચડાવવામાં; સાબુની તથા કાપડની બનાવટમાં; ચામડાં કમાવવામાં; ખાતરમાં; નકામા ઝાડ કાઢી નાખવામાં વગેરે]

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોય છે. ૮૦૦ ડિગ્રી ગરમીએ તે પ્રવાહી બને છે, અને તેથી વિશેષ ગરમીગાં ઊડી જાય છે. અધો-રક્ત (ઇન્ફ્રારેડ) કિરણોમાં પણ તે એકદમ પારદર્શક હોવાથી તેનો ઉપયોગ લેન્સ અને પ્રીઝમ બનાવવામાં થાય છે. આમ, અનેકવિધ ઉપયોગોને લીધે મીઠું સર્વ રસાયણોમાં અત્યંત મહત્ત્વનું રસાયણ ગણાય છે.

મીઠાના પાણીમાંથી મીઠું પકાવવાની ક્રિયામાં રહેલી એક મુસ્કેલીનો ઉલ્લેખ અહીં અસ્થાને નહિ ગણાય. મીઠું ઠંડા તેમજ ગરમ પાણીમાં લગભગ સરખા પ્રમાણમાં ઓગળે છે. આમ હોવાથી માત્ર ગરમ દ્રાવણને ઠંડું પાડવાથી બીજા ક્ષારોની જેમ મીઠાના સ્ફટિકો પૂરેપૂરા જુદા પડી જતા નથી; એટલે એ દ્રાવણને ખૂબ વખત ગરમ કરી લગભગ બધું પાણી ઉડાડી નાખવું પડે છે. તો જ દ્રાવક પાણીના અભાવે મીઠું જુદું પડે.

એક બીજી વાત: ચોમાસામાં મીઠું ભેજ લે છે અને ભીનું થઇ જાય છે. સામાન્ય માન્યતા એવી છે કે આ મીઠાનો ગુણ છે. પણ એ બરાબર નથી. શુદ્ધ મીઠું ભેજ ગ્રહણ કરી કદી ભીનું થતું નથી. સામાન્ય મીઠામાં મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ નામનો જે પદાર્થ અશુદ્ધિ રૂપે હોય છે એ પદાર્થનો જ ગુણ ભેજ ગ્રહણ કરવાનો છે, અને એના કારણે જ મીઠું ભીનું થઇ જાય છે.

મીઠા વિષે વધુ

આદિ કાળથી મનુષ્ય મીઠાનો ઉપયોગ કરતો આવ્યો છે. આપણા રોજિંદા ભોજનમાં મીઠાનું સ્થાન બહુ જ અગત્યનું છે. મીઠા વગરનું ભોજન આપણને મીઠું લાગતું નથી. વળી મીઠાની સાથે ઘણી સંજ્ઞાઓ પણ સંલગ્ન છે. મિત્રત્વનું તે જૂનું ચિહ્ન ગણાય છે. હિંદમાં મીઠું શુકનની ચીજ ગણાય છે. અરબ દેશોમાં તેમજ આપણે ત્યાં પણ જેનું લૂણ ખાધું હોય તેને છેવટ સુધી વફાદાર રહેવાનું નૈતિક બંધન છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખોરાક ઉપરાંત મીઠાનો ઉપયોગ માંસ-મચ્છી વગેરે લાંબો સમય સંઘરી રાખવા માટે, જનાવરોનાં ચામડાં કમાવવામાં, જંતુઘ્ન દવા (insecticide) તરીકે, તથા ખાતર તરીકે પણ થાય છે. મીઠાના પાણીના કોગળા આરોગ્યકારક છે એ તો જાણીતી વાત છે.

પણ મીઠાને કારણે ઘણાં યુદ્ધો થયાં છે અને તેના અભાવને લીધે યુદ્ધો હારવાના પણ ઘણા દાખલા બન્યા છે એ જાણીને નવાઇ લાગશે. મીઠાના એક ઝરણાની માલિકીને માટે ચેટ્ટી અને હેમાન્ડુ-ઓનું લોહી રેડાયું હતું. ઘણા ઇતિહાસકારોનું માનવું છે કે મીઠાની અછતને કારણે જ નેપોલિયનને મૉસ્કોમાંથી પીછેહઠ કરવી પડી હતી, કેમકે ખોરાકમાં મીઠાને અભાવે સૈનિકોના ઘા જલદી સારા થતા નહિ. મીઠાની તંગી હોવાથી તેમના ઘા વકરી (septic થઈ) જતા હતા. અરે, તાજેતરની જ વાત કરીએ, તો છેલ્લા મહાયુદ્ધમાં સેના-પતિ વિન્ગેટની બ્રહ્મદેશ ઉપરની ચડાઇ વેળા તેના સૈનિકોને જંગલમાં ખૂબ પરસેવો થતો અને પરસેવા મારફતે તેમનાં શરીરમાંથી મીઠું બહાર જતું રહેવાથી તેમનાં શરીર જલદી ભાંગી પડતાં અને તે મોટી સંખ્યામાં મૃત્યુ પામતા. વિન્ગેટે આ બાબતમાં નિષ્ણાતોની સલાહ લેતાં તેમણે જણાવ્યું કે ઉષ્ણ કટિબંધની આબોહવામાં મીઠું એ એક શામક (cooling agent) તરીકે અત્યંત જરૂરી હોવાથી દરેક માણસ-ને રોજના બે ચમચા મીઠું ફરજિયાત આપવું જોઇએ. વિન્ગેટે એ પ્રમાણે કરતાં તેનાં માણસો બચી ગયાં.

પશુઓને પણ મીઠાની આવશ્યકતા હોય છે. તેઓ જે ઝાડપાન ખાતાં હોય છે એમાંથી જો મીઠાનું પ્રમાણ જોઇએ તેટલું ન મળે તો મીઠું મેળવવા માટે તેઓ જાતજાતની યુક્તિઓ કરે છે. આપણે ઘણી વખત વાંદરાંઓને એકબીજાંની પીઠ ઉપરથી જૂ શોધીને ખાતાં જોયાં છે. પણ ખરું જોતાં તેઓ જૂ ખાતાં નથી હોતાં. એક પ્રખ્યાત વૈજ્ઞાનિકે આ બાબત સંશોધન કરીને સાબિત કર્યું છે કે તેઓ જૂ નહિ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ તેમના શરીર પર થતી મીઠાના મિશ્રણવાળી ગ્રંથિઓ ઉખેડીને ખાતાં હોય છે. તેમના રોજના ખોરાકમાં જ્યારે મીઠાનું પ્રમાણ ઓછું થાય છે ત્યારે જ તેઓ આ પ્રવૃત્તિ કરતાં હોય છે.

આ ઉપરથી એવો પ્રશ્ન ઊઠશે કે મનુષ્યને રોજના ખોરાકમાં મીઠું જરૂરી ખરું કે નહિ? તેનો જવાબ એ છે કે માત્ર બાફેલા કે ઉકાળેલા પદાર્થો ભોજનમાં ખાનાર માટે તો મીઠું લેવું ખાસ જરૂરી છે; કારણ કે બાફેલા પદાર્થોનું પાણી ઘણુંખરું ફેંકી દેવામાં આવતું હોવાથી શાકભાજી તથા ઇતર પદાર્થોમાંનો ક્ષારનો અંશ એ રીતે જતો રહે છે. પણ જો તાજાં ફળો તથા બાફ્યા વગરનાં શાકભાજી કચુંબર રૂપે લેવામાં આવે તો મીઠાની બહુ જરૂર ન રહે; કારણ કે તે ખોરાકમાં કુદરતીરીતે જ આવશ્યક મીઠું મળી રહે છે. એક ડૉક્ટર ૧૦ વર્ષ સુધી આવા ખોરાક પર રહ્યો હતો, ને તેને કંઈ જ થયું નહોતું.

ઉષ્ણ કટિબંધમાં–ગરમ દેશોમાં–રહેતાં માણસોને તથા ખાણ અને કારખાનાંઓમાં કામ કરતા મજૂરોને તો ખોરાકમાં મીઠું લેવું ઘણું જ આવશ્યક છે, કારણ કે તેમને પરસેવો ખૂબ થતો હોવાથી તેની મારફત શરીરમાંથી વહી જતા ક્ષારની ખોટ ભરપાઇ કરવા તેમના ખોરાકમાં મીઠાનું સ્થાન હોવું અત્યંત જરૂરી છે. એવી ગણતરી કરવામાં આવી છે કે માણસ દીઠ દર વર્ષે લગભગ૩૦ પૌંડ મીઠું જોઇએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૫મું

સોડા

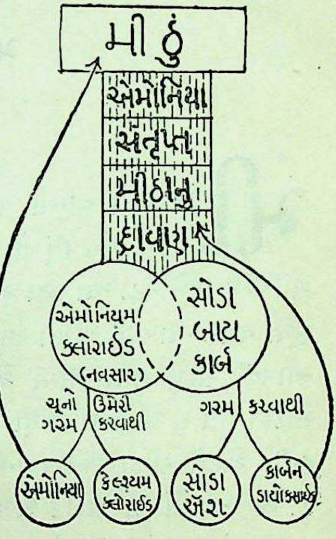
મીઠા પછી વધુમાં વધુ અગત્યનો ભાગ આપણા જીવનમાં કોઈ ભજવતું હોય તો તે સોડા,–વિજ્ઞાનની પરિભાષામાં સોડિયમ કાર્બોનેટ. આપણા આરોગ્ય-સંરક્ષણમાં સોડાનો હિસ્સો નાનો-સૂનો નથી. આપણી અંગત સ્વચ્છતા અર્થે તેમજ ધોવા માટે ઉપયોગમાં આવતો સાબુ તથા બીજા એવા અન્ય અનેક પદાર્થોની બનાવટમાં સોડા વિના ન ચાલે. આપણા પૂર્વજોને પણ આ વસ્તુ બરાબર સમજાઈ હતી, એટલે સોડા બનાવવાની ક્રિયા તો આપણે ત્યાં અતિ પુરાણી છે. એ કાળમાં દરિયાકાંઠે ઊગતી વનસ્પતિની રાખમાંથી અશુદ્ધ સોડા કાઢવામાં આવતો. ઉપરાંત સાજીખાર, પાપડખાર, ઊસ વગેરે પદાર્થોમાંથી પણ સોડા નીકળે છે. પશ્ચિમના દેશોમાં તેરમી સદીના કીમિયાગરોને આ વિષે જ્ઞાન હતું; અને આધુનિક સંસ્કૃતિના પ્રસારની સાથોસાથ તો સોડાનો ઉપયોગ ખૂબ વધ્યો છે. કાચની બનાવટમાં પણ આજે સોડા પુષ્કળ વપરાય છે, અને એ ઉપરાંત સોડાના બીજા કેટલા યે નાનામોટા ઉપયોગોનો નિર્દેશ કરી શકાય. સોડિયમના વિધવિધ ક્ષારોની બનાવટમાં પણ સોડા મૂળભૂત પદાર્થ બન્યો છે. આવી તો સોડાની મહત્તા છે.

મીઠામાં રહેલા સોડિયમના તત્ત્વની શોધનું પહેલું માન જર્મન રાસાયનિક સ્ટાહલને ઘટે છે. ત્યાર પછી મીઠામાંથી સોડા બનાવવાના અનેક પ્રયાસો થયા. (એ ઉદ્યોગ ‘આલ્કલી ઉદ્યોગ’ કહેવાય છે.) પરંતુ ઈ. ૧૭૮૭માં નિકોલસ લ બ્લાન્કે એ પ્રયાસને સફળ રીતે પાર ઉતાર્યો. ફ્રેંચ બળવા પછી ત્યાં જે વિગ્રહો ચાલ્યા તે અરસામાં ફ્રાંસને મળતો પરદેશી સોડા બંધ થયો, એથી સોડાની બનાવટ એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દેશમાં જરૂરી બની ને તેની યોગ્ય રીત શોધી કાઢનારને મોટું ઈનામ આપવાની ત્યાંની સરકારે જાહેરાત કરી. ૧૭૯૧માં લ બ્લાન્કે પોતાની રીત અનુસાર મીઠામાંથી સોડા બનાવવાનું કારખાનું કાઢ્યું. પરંતુ બીચારો બ્લાન્ક! એ ફ્રેંચ પ્રજાસત્તાકના 'સ્વતંત્રતા ને બંધુત્વ'ના હિમાયતીઓએ એનું કારખાનું પાયમાલ કરી નાખ્યું અને એની એવી તો દુર્દશા કરી કે બળવાખોરોના હાથમાંથી તે માંડમાંડ બચ્યો. અંતે ૧૮૦૬માં દુઃખી બ્લાન્ક આપઘાત કરી મૂઓ!



મીઠામાંથી સોડા બનાવવાની સૉલ્વે પદ્ધતિ

બ્લાન્કની રીતમાં પ્રથમ મીઠાને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. આથી સોડિયમ સલ્ફેટ (સૉલ્ટ–કેઈક) બને છે, અને હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડના પુષ્કળ ધુમાડા છૂટે છે. શરૂઆતમાં તો આ ધુમાડા બહુ ઉપદ્રવ કરતા. એથી આજુબાજુની વનસ્પતિ સુકાઈ જતી અને એટલામાં વસવાટ પણ અશક્ય બનતો. એ ધુમાડા નદીના પાણીમાં કાઢવામાં આવ્યા, તો પાણીનાં માછલાં મરવા લાગ્યાં અને મચ્છીમારોનો ધંધો તૂટવા લાગ્યો! પરંતુ ધીમેધીમે એનું નિવારણ કરવા માટે થએલાં સંશોધનોને પરિણામે આજે એ ઉપદ્રવકારી ધુમાડા તો કારખાનાવાળાને ધનપ્રાપ્તિનું સાધન બની ગયા છે. હવે એ ધુમાડાને પાણીમાં શોષી લેવામાં આવે છે અને તેમાંથી હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ બનાવાય છે, જેનો ઉપયોગ ક્લોરીન તૈયાર કરવામાં થાય છે. ક્લોરિનનો મોટો ભાગ બ્લીચિંગ પાઉડર, પોટાસ્યમ ક્લોરેઈટ અને બીજા ક્લોરેઈટોની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બનાવટમાં વપરાય છે. આ થઈ સોડાની બનાવટની પહેલી ભૂમિકા.

પછી બીજી ભૂમિકામાં સૉલ્ટ-કેઇકને કોલસા તથા ચૂના-પથ્થર સાથે મેળવીને ફરતી ભઠ્ઠીઓમાં ગરમ કરવામાં આવે છે. એમાં કોલસો સૉલ્ટ-કેઈકને પ્રતિ-ઓકસાવે છે એટલે તેમાંથી ઑક્સિજન લઇને સોડિયમ સલ્ફાઇડ તૈયાર થાય છે; અને તે સલ્ફાઇડ ચૂના-પથ્થર સાથે જોડાઇને તેમાંથી સોડિયમ કાર્બોનેટ—આપણો 'સોડા'—બને છે. એ 'કાળા રાખ' તરીકે ઓળખાય છે. પછી તેને પાણી સાથે મેળવીને તેમાંથી સોડા કાઢવામાં આવે છે. એ દ્રાવણમાં ૨૫ ટકા જેટલો તે સોડાના રૂપમાં અથવા વીસ ટકા જેટલો કૉસ્ટિક સોડાના રૂપમાં હોય છે. હવે જો તેમાંથી સોડા બનાવવો હોય તો એ દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયોકસાઈડ પસાર કરવામાં આવે છે અને પછી એ પ્રવાહીને ઘટ્ટ કરવાથી અશુદ્ધ કાળાશપડતો સોડા બને છે. ત્યાર બાદ તેમાં આવેલી અશુદ્ધિઓ ગરમી વડે બાળી નાખવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે તૈયાર થએલો સોડા 'સોડા ઍશ' તરીકે બજારમાં મળે છે.

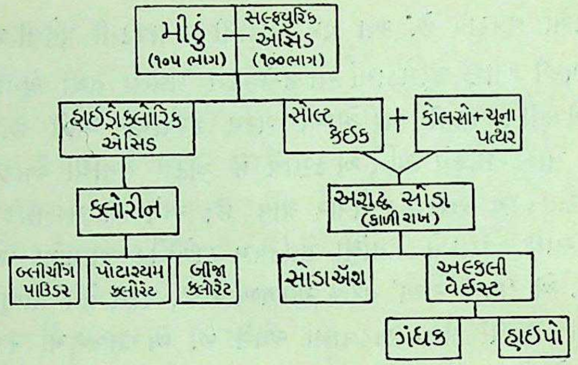
સોડા કાઢી લીધા પછી જે અદ્રાવ્ય પદાર્થ રહે છે તેને આલ્કલીનો કચરો (આલ્કલી-વેસ્ટ) કહે છે. આ કચરામાંથી પણ ગંધક તેમજ ફોટોગ્રાફીમાં વપરાતો 'હાઈપો' તૈયાર કરવામાં આવે છે.

પણ આ 'બ્લાન્ક પદ્ધતિ'માં એક ખામી છે. એમાં મીઠું જ વાપરવું પડે,—તેનું પાણી ન ચાલે. ઉપરાંત, એ રીતમાં કીમતી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વાપરવો પડે છે, ને તેનો મોટો ભાગ આલ્કલી વેઇસ્ટમાં ચાલ્યો જાય છે. આ બધું છતાં પણ આ રીત હરીફાઇમાં ટકી રહી છે, કારણ કે એ પદ્ધતિથી કારખાનાવાળાને સોડા ઉપરાંત હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ, ગંધક વગેરે કીમતી રસાયનો લગભગ મફતમાં પડે છે. નીચે આપેલી રૂપરેખા વધુ સ્પષ્ટતા કરશે:

સોડાના દ્રાવણમાંથી વૉશિંગ સોડા કેમ બને છે તે જોયું. હવે એ જ દ્રાવણમાંથી 'કૉસ્ટિક સોડા' બનાવવાની રીત જોઈએ. એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



દ્રાવણને ચૂના સાથે મેળવીને તેમાંથી કૉસ્ટિક સોડા બનાવાય છે. આપણે ત્યાં હિંદમાં પણ એ ક્રિયા ઘણા જૂના કાળથી જાણીતી છે. ઊસમાં ચૂનો ઉમેરીને કૉસ્ટિક બનાવી તેમાં ડોળિયું તેલ ઉમેરી આપણે ત્યાં તરનો સાબુ બનાવાતો. પણ સોડાના દ્રાવણમાંથી કૉસ્ટિક સોડા બનાવવાની આ રીત હવે ઉપયોગમાં ઓછી આવે છે, કેમકે વીજળી સસ્તી થવાથી મીઠાના દ્રાવણનું વીજ-પૃથક્કરણ કરીને પુષ્કળ કૉસ્ટિક સોડા બનાવાય છે, જે બહુ સસ્તો પડે છે.

: ૨ :

જેમજેમ સોડાનો વપરાશ વધવા લાગ્યો તેમતેમ તેની બનાવટની સસ્તી ને સરતી રીતો યોજવા સંશોધન ચાલ્યું. ૧૮૩૮માં આવી એક રીતનો પેટન્ટ લેવાયો. પણ તેને સંપૂર્ણ સફળ કરતાં તો લગભગ પા સદી ચાલી ગઇ. આ રીત તેના શોધકના માનમાં ‘સૉલ્વે રીત’ યા ‘ઍમોનિયા-સોડા-પદ્ધતિ’ તરીકે જાણીતી છે, કેમકે તેમાં મીઠા ઉપરાંત ચૂના-પથ્થર, કોલસો અને ઍમોનિયાની જરૂર પડે છે. આમ, આ બનાવટમાં વપરાતા કાચા પદાર્થો તદ્દન સાદા અને વળી સસ્તા છે, તેમાં કચરો પડતો નથી, અને લગભગ બધા પદાર્થો ફરી ને ફરી ઉપગોગમાં આવે છે એ તેનો આર્થિક ફાયદો છે. ઉપરાંત આ પદ્ધતિ-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માં મીઠાનું પાણી વાપરી શકાય છે અને એ રીતે બનેલો સોડા વિશેષ શુદ્ધ હોય છે, એટલે આ પદ્ધતિ બ્લાન્ક પદ્ધતિની મોટી હરીફ થઇ પડી છે.

આ રીતનો મુખ્ય સિદ્ધાંત એ છે કે ઍમોનિયાથી સંતૃપ્ત મીઠાના દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ પસાર કરવાથી સોડિયમ બાઇ કાર્બોનેટ (સોડા બાઇ કાર્બ) અને ઍમોનિયમ ક્લોરાઇડ (નવસાર) બને છે, અને બાઈ કાર્બોનેટની દ્રાવ્યતા (solubility) ઓછી હોવાથી તે પાસાદાર પદાર્થ રૂપે જુદો પડે છે. તેને ગરમ કરવાથી તેમાંથી કાર્બન ડાયૉકસાઇડ વાયુ નીકળી જાય છે અને સોડા બની રહે છે. આ ક્રિયા માટે 'સૉલ્વે ટાવર'નો ઉપયોગ થાય છે. તેની રચના એક જંગી ટિફિનબૉકસનાં ખાનાં ગોઠવ્યાં હોય તેવી હોય છે. દરેક ખાનામાં નીચે કાણું હોય છે, જેના પર ઝીણી જાળીનું પતરું હોય છે. આ ટાવરમાં ઉપરથી ઍમોનિયાથી સંતૃપ્ત મીઠાનું દ્રાવણ ભરવામાં આવે છે અને નીચેથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ દાખલ કરવામાં આવે છે, એટલે સોડિયમ બાઇકાર્બોનેટ બનતો જાય છે. તેને કાઢી લઇ સૂકવીને ગરમ કરવાથી સોડા બને છે; અને જે કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ તેમાંથી નીકળે છે, તેને પાછો ઉપર મુજબ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. બીજો પદાર્થ જે નવસાર બને છે તેને પણ ચૂના સાથે ગરમ કરવાથી તેમાંનો ઍમોનિયા છૂટો પડી જાય છે, જે પણ પાછો ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ રીતે આ ક્રિયા સતત ચાલ્યા કરે છે.

સોડા બજારમાં જુદાંજુદાં નામથી આવે છે: સોડા-અશ, ક્રિસ્ટલ કાર્બોનેટ, વૉશિંગ સોડા યા સોડા ક્રિસ્ટલ. વૉશિંગ સોડામાં દસ અણુ પાણીના હોય છે. તેને હવામાં રાખવાથી એ પાણી ઊડી જાય છે ને તેના સ્ફટિકો ભૂકો થઈ જાય છે. સોડા બાઇકાર્બ દવામાં વપરાય છે તેમજ રેશમ તથા ઊન ધોવા માટે પણ તે ઉપયોગમાં લેવાય છે. સોડા-ઍશને ગંધકના ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા થવા દેવાથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેમાંથી સોડિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફાઈટ, બાઇ સલ્ફાઈટ ને નૉરમલ સલ્ફાઈટ બનાવી શકાય છે. આ પદાર્થો ઉદ્યોગોમાં ખૂબ વપરાય છે ને તેથી આપણા દેશમાં આ ઉદ્યોગને વિકસાવવા માટે હિંદી સરકારે કારખાનાંવાળાઓને રક્ષણ આપ્યું છે. આ સૅાલ્વે પદ્ધતિની બનાવટ અને ઉપજોનેા નકશેા પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપ્યેા છે.

આ પુસ્તકના અગાઉના પ્રકરણેામાં આપણને ઉપયેાગી ઍસિડેા–તેજાબેા સંબંધે માહિતી આવી ગઈ; અને તે પછી તેનાથી ઊલટા ગુણ ધરાવતા મીઠું, સોડા, કૉસ્ટિક સોડા વગેરે 'આલ્કલી' તરીકે ઓળખાતા મુખ્ય પદાર્થોનેા પરિચય આપણે કરી ગયા. અંતમાં હવે એ આલ્કલી સંબંધે થેાડી સામાન્ય માહિતી આપવી અસ્થાને નહિ ગણાય. આલ્કલી-ના મુખ્ય પ્રકાર નીચે મુજબ છે: (૧) નરમ વનસ્પતિજ આલ્કલી–જે વનસ્પતિની રાખમાંથી કાઢી શકાય છે. દાખલા તરીકે 'પેાટાશિયમ કાર્બોનેટ'; (૨) નરમ દરયાઇ આલ્કલી—દરિયાકાંડે ઊગતી વનસ્પતિની રાખમાંથી નીકળતેા આલ્કલી. દાખલા તરીકે 'સોડિયમ કાર્બોનેટ'–આપણા રેાજિંદા ઉપયેાગમાં આવતેા સોડા; (૩) નરમ ઊડણ આલ્કલી–હાડકાં, પેશાબ, વાળ, ઇત્યાદિને નિર્વાતક વાસણમાં આસવીને કાઢવામાં આવતેા આલ્કલી. દાખલા તરીકે 'ઍમૉનિયમ કાર્બોનેટ'.

ઉપરના બધા કાર્બોનેટ 'નરમ' આલ્કલીના વિભાગમાં આવે છે. તેમને ચૂના સાથે ઉકાળવાથી તેમાંથી 'જલદ' આલ્કલી તૈયાર થાય છે. આ જલદ આલ્કલીને વિજ્ઞાનની પરિભાષામાં હાઈડ્રોક્સાઈડ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. એટલે એ રીતે બનતા આલ્કલીને અનુક્રમે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (કૉસ્ટિક સોડા), પેાટાશિયમ હાઈ-ડ્રોક્સાઇડ (કાસ્ટિક પેાટાશ), ઍમેાનિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (એમેાનિયા) અને કૅલશિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (ચૂનેા) કહે છે.

આલ્કલીના સામાન્ય ગુણેા નીચે પ્રમાણે હેાય છે: (૧) બે આંગળી વચ્ચે ઘસવાથી આલ્કલીનું દ્રાવણ સાબુ જેવું ચીકણું લાગે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે; (૨) તે રાતા લિટમસનો રંગ વાદળી બનાવે છે. (તેજાબો વાદળી લિટમસને રાતો બનાવે છે), (૩) અસિડની સાથે મેળવવાથી તેમાંથી ક્ષાર બને છે; (૪) નરમ પ્રકારના આલ્કલીમાં તેજાબ નાખવાથી કાર્બન ડાયાક્સાઇડ વાયુ નીકળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૬

બીજા સોડિયમ ક્ષારો

મીઠું અને સોડા બંને સોડિયમ ધાતુના ક્ષારો છે. સોડિયમને આલ્કલી ધાતુ કહેવામાં આવે છે. આવી બીજી ધાતુઓમાં પોટાશિયમ, લીથિયમ, રૂબિડિયમ અને સીઝિયમનો સમાવેશ થાય છે. આ બધી જ આલ્કલી ધાતુઓ ખૂબ પ્રક્રિયાશીલ છે, એટલે સોનારૂપાની જેમ તે સ્વતંત્ર અવસ્થામાં કુદરતમાંથી મળી શકતી નથી; પણ મીઠું, સોડા, નાઈટર એવા તેના ક્ષારોના રૂપમાં મળી આવે છે. અને એવી જ રીતે પોટાશિયમના પણ ક્ષારો જ મળી આવે છે. કૅાસ્ટિક સોડામાંથી સોડિયમ ધાતુ જુદી પાડવા વીજળીનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. ડેવીએ સૌ પ્રથમ ૧૮૦૭માં આવી રીતે સોડિયમ ધાતુ છૂટી પાડી હતી.

સોડિયમ ધાતુ રૂપા જેવી સફેદ ને પોચી હોય છે. તેને છરીથી કાપી શકાય છે. હવામાં રાખવાથી તે એકદમ શ્યામ પડી જાય છે અને ભેજ લાગે યા પાણી સાથે સંસર્ગ થાય તો તે એકદમ સળગી ઊઠે છે, એટલે તેને કેરોસીનમાં રાખવી પડે છે. તે પાણી ઉપર તરે છે અને તેમાંથી હાઈડ્રોજન વાયુ છૂટો પડે છે. સોડિયમનો ઉપયોગ બૉમ્બની બનાવટમાં થાય છે.

પોટાશિયમ ધાતુ કાઢવાની રીત પણ સોડિયમની બનાવટને મળતી જ છે. માત્ર તેમાં કૅાસ્ટિક સોડાને બદલે કૅાસ્ટિક પોટાશ વાપરવામાં આવે છે. જૂના જમાનામાં તો પોટાશિયમ કાર્બોનેટ અને કોલસાને એક લોઢાની બાટલીમાં ધગધગાવીને પોટાશિયમ કાઢવામાં આવતો. પણ આ રીત જોખમકારક છે, અને હવે તો સસ્તી વીજળીને લીધે સોડિયમની માફક તે પણ વીજળી પસાર કરીને જ તૈયાર કરવામાં આવે છે. પોટાશિયમના નાના ગોળા પણ કેરોસીનમાં જ રાખવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લીથિયમના ક્ષારો સોડિયમ કે પોટાશિયમનાં જેટલા સુલભ્ય નથી : તે અત્યંત ઓછા પ્રમાણમાં મળી આવતા હોઈ લીથિયમ વિરલ ધાતુ લેખાય છે. તંબાકુના છોડમાંથી તેના ક્ષાર ઠીક પ્રમાણમાં મળી આવે છે. લીથિયમના અમુક ક્ષારો સંધીવાના ઉપાય તરીકે દવામાં વપરાય છે. સોડા વૉટરના જેવી લીથિયા વૉટરની બાટલીઓ તૈયાર મળે છે અને સંધીવાના દર્દીને તે આપવાથી ફાયદો થાય છે.

રૂબિડિયમ પણ અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં અમુક જગ્યાએથી નીકળતાં ઝરણાંનાં પાણીમાંથી તેના ક્ષાર રૂપે જ મળી આવે છે.

હવે સોડિયમના બીજા ઉપયોગી ક્ષારોનો વિચાર કરીએ.

સોડિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ સલ્ફાઇડ

મીઠાને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની સાથે ગરમ કરવાથી હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વાયુ નીકળે છે અને પાછળ રહેલો પદાર્થ 'સૉલ્ટ કેક' કહેવાય છે એ આપણે જોઈ ગયા. આ કેકનું શુદ્ધીકરણ કરવાથી સોડિયમ સલ્ફેટ તૈયાર થાય છે. સોડિયમ સલ્ફેટ ગ્લોબર્સ સૉલ્ટ તરીકે ઓળખાય છે અને તેનો ઉપયોગ મોટે ભાગે કાચની બનાવટમાં થાય છે. કાપડની મિલોમાં પણ તે વપરાય છે. તેને કોલસા સાથે ગરમ કરવાથી તેમાંથી સોડિયમ સલ્ફાઈડ બને છે. આ સલ્ફાઈડ ચામડાંમાંથી વાળ કાઢવા માટે, રંગની બનાવટમાં, ખનીજમાંથી રૂપું કાઢવામાં તેમજ કાપડની મિલોમાં પુષ્કળ વપરાય છે.

સોડિયમ સિલિકેટ

સોડા ઍશ અને રેતીને ભઠ્ઠીમાં ઓગળે ત્યાં સુધી ગરમ કરવાથી સોડિયમ સિલિકેટ બને છે. સિલિકેટને પાણીમાં ઓગાળવાથી જાડું દ્રાવણ તૈયાર થાય છે. એને 'પાણીનો કાચ' કહે છે. આ પારદર્શક પાણીનો કાચ ઇંડાં સાચવવા માટે, સીમેન્ટનાં ભોંયતળિયા પર ધૂળ-ઓછી કરવા માટે, સાબુની બનાવટમાં, કાપડની મિલોમાં, વૉટરપ્રૂફ ચીજો બનાવવામાં એવાં અનેક કામો માટે વપરાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સોડિયમ પૅરૉક્સાઈડ

સોડિયમને પુષ્કળ હવા યા ઑક્સિજનમાં બાળવાથી સોડિયમ પૅરૉક્સાઇડ પેદા થાય છે. આ પૅરૉક્સાઈડ પર કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ જલદી અસર કરે છે ને એ ક્રિયામાં ઑક્સિજન છૂટો પડે છે, તેથી સબમરીનમાં હવા શુદ્ધ કરવા માટે આ પૅરૉક્સાઈડ ખાસ વપરાય છે. તે પોતાનો ઑક્સિજન સહેલાઈથી બીજા પદાર્થોને આપી દેતો હોવાથી ઑક્સવતા પદાર્થ તરીકે પણ તે બહુ ઉપયોગી થાય છે.

સોડા બાઇકાર્બ

સોલ્વે પદ્ધતિ અનુસાર બનાવેલો સોડિયમ બાઈ કાર્બોનેટ ગરમ કરીને તેમાંથી કાર્બોનેટ બનાવવામાં આવે છે. બજારમાં મળતો સોડા બાઈ કાર્બ દવામાં, ખાવામાં વગેરે કામમાં વપરાતો હોઈ તે શુદ્ધ હોવો જોઈએ; એટલે સોડાના દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ પસાર કરીને સોડા બાય કાર્બ તૈયાર કરવામાં આવે છે.

બોરૅક્સ

બોરૅક્સ (ટંકણખાર) પણ સોડિયમ અને બોરિક ઍસિડનો ક્ષાર છે. તિબેટની આજુબાજુ અને અમેરિકા વગેરે પ્રદેશોમાંથી આ પદાર્થ કુદરતીરીતે મળી આવે છે. એ કુદરતી ટંકણખારમાં માત્ર થોડો અંશ શુદ્ધ બોરૅક્સનો હોય છે. તેના અન્ય ખનિજો પણ નીકળે છે, જેમાંથી બોરૅક્સ બનાવાય છે. ઇસ્ત્રી કરતી વખતે કાપડને ચકચકિત કરવા માટે, મીના અને ઓપ ચડાવવા (ગ્લેઈઝ)ની બનાવટમાં, સોલ્ડર (રેણ) કરવામાં ફ્લક્સ તરીકે, કાચની બનાવટમાં અને ઔષધોમાં જંતુવિનાશક તરીકે બોરૅક્સનો ખૂબ ઉપયોગ થાય છે. ગરમ કરેલા થીજેલા બોરૅક્સમાં ત્રાંબુ, લોઢું, નિકલ, ક્રોમિયમ, એવી ધાતુઓના ક્ષાર ઉમેરીને ફરી ગરમ કરવાથી વિધવિધ રંગીન પદાર્થો પેદા થાય છે: જેમકે ત્રાંબુ વાંદળી રંગ આપે છે, ક્રોમિયમ લીલો રંગ પેદા કરે છે, કોબાલ્ટ ઘેરો વાદળી રંગ, લોઢું આછો લીલો, એમ અનેક રંગીન પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. વળી બોરૅક્સને દારૂ સાથે મેળવી, તેમાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ નાખી, દારૂને સળગાવવાથી લીલી જ્યોત દેખાય છે. બોરૅક્સનો આ એક અતિ લાક્ષણિક પ્રયોગ ગણાય છે.

બીજા ક્ષારો

સોડિયમ સલ્ફાઈટ, સોડિયમ મેટા બાઇ સલ્ફાઈટ, સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ (હાઈપો), સોડિયમ હાઈપો સલ્ફાઇટ (હાઇડ્રો) એ બધાં પણ સોડિયમના ઉપયોગી ક્ષારો છે અને વિવિધ ઉદ્યોગોમાં તે પુષ્કળ વપરાય છે. મેટા બાઇ સલ્ફાઈટ અને હાઈપો ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે; હાઈડ્રો કાપડની મિલોમાં પુષ્કળ વપરાય છે. કૉસ્ટિક સોડાના ઠંડા દ્રાવણમાં ક્લૉરિન વાયુ પસાર કરવાથી બનતો સોડિયમ હાઈપો ક્લોરાઈટ બ્લીચિંગમાં વપરાય છે. સમુદ્રના પાણીમાં વીજળી પસાર કરીને તૈયાર કરેલું હાઇપો ક્લોરાઈટનું દ્રાવણ જંતુવિનાશક પ્રવાહી તરીકે પુષ્કળ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

સોડિયમ અને તેના ક્ષારો વર્ણપટમાં સોનેરી પીળો રંગ આપે છે, એટલે બુન્સેન બર્નરની જ્યોતમાં કોઈપણ પદાર્થ રાખવાથી જો સોનેરી પીળો રંગ પેદા થાય તો તે સોડિયમનો ક્ષાર સમજવો. એ ખૂબીની વાત છે કે સોડિયમના બધા ક્ષારો પાણીમાં દ્રાવ્ય છે.

બોરૅક્સ (ટંકણખાર)ની વીજળીક ઑક્સવણી કરવાથી બનતો સોડિયમ પરબોરેટ જુદીજુદી રીતે અનેક ઉપયોગોમાં આવે છે. તેનું દ્રાવણ બ્લીચિંગમાં વપરાય છે અને વૉશિંગ કંપનીઓ કપડાં ધોવામાં પણ વાપરે છે. તે પ્રબળ જંતુવિનાશક છે.

સોડિયમ નાઈટ્રેટ (સુરોખાર)ને સીસાની સાથે ગરમ કરવાથી બનતો સોડિયમ નાઇટ્રાઈટ રંગની બનાવટમાં પુષ્કળ વપરાય છે.

સોડિયમ સાયેનાઈડ: આ ક્ષાર સોનાના ખનિજમાંથી સોનું કાઢવામાં ખૂબ વપરાય છે. ટ્રાઇ સોડિયમ ફૉસ્ફેટના સ્ફટિકો 'ત્રિપ્સા' નામથી વેચાય છે. ભારે પાણીને હલકું બનાવવા તે વપરાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૭

પોટાશિયમ ક્ષારો

રાસાયનિક વર્ગીકરણમાં પોટાશિયમ અને સોડિયમ બંને ધાતુઓ એક જ વિભાગમાં આવે છે ને બંને 'આલ્કલી ધાતુઓ' તરીકે ઓળખાય છે, એ અગાઉ આવી ગયું. બંનેના ગુણ ધર્મ પણ લગભગ સરખા છે ને બંને વચ્ચે સામ્ય પણ ખૂબ છે. છતાં સોડિયમને મુકાબલે પોટાશિયમ કુદરતમાં ઓછું માલમ પડે છે. ભૂસ્તરીય શિલાઓ, વનસ્પતિ અને પ્રાણીસૃષ્ટિ—પ્રકૃતિના એ ત્રણે મુખ્ય વિભાગોમાં પોટશિયમના ક્ષારો ઓછાવત્તા પ્રમાણમાં મળી આવે છે.

પ્રાથમિક કાળની પ્રાચીન શિલાઓમાં પોટાશિયમ સિલિકેટ રહેલું હોય છે. ગ્રેનાઇટમાં ૧.૭ થી ૩.૧ ટકા સુધી પોટાશિયમ માલૂમ પડે છે. મુસ્કોવાઇટ અબરખમાં પણ પોટાશિયમ હોય છે.

વનસ્પતિમાં તો કેટલાં ય કાર્બનિક તેજાબોના પોટાશિયમ ક્ષારો મળી આવે છે. દાખલા તરીકે સોરેલ અને રૂહબાર્બમાં ઍસિડ પોટાશિયમ ઓકસાલેઈટ ને દ્રાક્ષમાં ઍસિડ પોટાશિયમ ટાર્ટરેઈટ હોય છે. સોરેલનો ક્ષાર કપડાં પરથી શાહીના ડાઘ કાઢવામાં વપરાય છે. દ્રાક્ષનો ક્ષાર આરગોલ યા ટાર્ટર ક્રીમ તરીકે ઓળખાય છે.

આવી વનસ્પતિને બાળવાથી ઉપરના ક્ષારોનું પોટાશિયમ કાર્બોનેઇટમાં પરિવર્તન થાય છે અને તે રાખમાંથી પોટાશિયમ કાર્બોનેઈટ કાઢી શકાય છે. એ વનસ્પતિના લાકડાની રાખને પાણી સાથે મેળવા, એ દ્રાવણને ઉકાળી, છેવટનો ભાગ લોઢાની સાંકડી કડાઈમાં ગરમ કરીને પોટાશિયમ કાર્બોનેઈટ બનાવવાની રીત ઘણાં વર્ષો પૂર્વે સૌ પ્રથમ અસ્તિત્વમાં આવી અને હજી પણ આજ રીત કેટલીક જગ્યાએ વપરાય છે. પોટાશિયમ કાર્બોનેઇટનું સામાન્ય નામ 'પોટાશ' પણ આ ઉપરથી જ આવ્યું લાગે છે: 'પૉટ' એટલે ઘડો અને 'ઍશ' એટલે રાખ, એ ઉપરથી પોટાશ એટલે ઘડાની રાખ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વનસ્પતિને પોટાશિયમની ખાસ જરૂર પડે છે. તેમની વૃદ્ધિમાં એ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. વૃક્ષોને દર વર્ષે (તેના ઑક્સાઇડના હિસાબે ગણતાં) એકર દીઠ સવા પૌંડ પોટાશિયમની જરૂર રહે છે. બીજી વનસ્પતિને એથી પણ વધારે જરૂર પડે છે. આ જરૂરિયાત જમીનમાં રહેલા પોટાશિયમ ક્ષારો પૂરી પાડે છે. પણ વારંવાર પાક ઉતારવાથી જમીનના પોટાશિયમ ક્ષારોનું પ્રમાણ ઘટતું જાય છે અને જમીન ફળદ્રુપતા ગુમાવે છે; એટલે જમીનની ફળદ્રુપતા ટકાવી રાખવા પોટાશિયમના ક્ષારોવાળું ખાતર જમીનને આપવું જોઇએ. લાકડાં બાળવાથી પડતી રાખમાં આ ક્ષારો સારા પ્રમાણમાં છે. એટલે જ, રાખ એ ઉપયોગી ખાતર ગણાય છે.

સમુદ્રના પાણીમાં પણ પોટાશિયમના ક્ષારો હોય છે. તેમાંથી દરિયાઈ વનસ્પતિ પોતાની જરૂરિયાત અનુસાર તેને શોષે છે. બીટ સાકરના છોડ પોટાશિયમ ક્ષારો ખૂબ શોષે છે. સાકરની બનાવટમાં સાકર કાઢી લીધાપછી બીટનો જે કચરો રહે તેમાં આ પોટાશિયમ ક્ષારો એકઠા થાય છે. એને ગરમી આપી ઉકાળીને ચાસણી કરી બાળી નાખવામાં આવે છે, એટલે પોટાશિયમ કાર્બોનેટ પાછળ રહે છે.

ઘેટાંના પરસેવામાં સારા પ્રમાણમાં પોટાશિયમ ક્ષારો હોય છે. જો ઊન ઉતારીને તરત પાણી વડે ધોઈ, એ ધોવણ તપાસીએ તો ૧૦૦ ભાગ ઊનમાંથી પાંચ ભાગ પોટાશિયમ કાર્બોનેટ મળી આવે છે.

પ્રાણીઓના લોહીમાં પોટાશિયમને સોડિયમનું પ્રમાણ અનુક્રમે ૦.૨૨ ને ૦.૩૨ ટકા હોય છે. વનસ્પત્યાહારી પ્રાણીઓના દૂધમાં તેમજ મનુષ્યના દૂધમાં પોટાશિયમ વિશેષ પ્રમાણમાં આવેલું છે (૩.૫ : ૧). આપણા જીવનમાં પોટાશિયમની આવી મહત્તા છે.

પોટાશિયમના ક્ષારો જોકે કુદરતમાં સર્વત્ર વેરાએલા મળી આવે છે, છતાં તેનો ઉપયોગમાં લઈ શકાય એવો જથ્થો તો બહુ થોડી જગ્યાએ નીકળે છે. આવા ઉપયોગી જથ્થા—ભરાણો—માં જર્મનીનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સ્ટાસ્ફુર્ટનાં ભરાણોનો ખાસ ઉલ્લેખ કરવો જોઇએ. એ ભરાણો ૧૮૩૯માં મળી આવેલાં અને અત્યાર સુધી દુનિયાના લગભગ બધા દેશોને પોટાશિયમના ક્ષારો તેમાંથી જ પૂરા પડતા. ત્યાં પચાસ લાખ ટન પોટાશિયમ ક્ષારોની વાર્ષિક પેદાશ થાય છે. ભૂસ્તરીય કાળમાં કોઈ તળાવ સુકાઇ જવાથી આ ભરાણ અસ્તિત્વમાં આવ્યાં હશે એમ તેમની રચના પરથી લાગે છે. તેમાં ભિન્નભિન્ન ક્ષારોના ઉપરા-ઉપરી થરો આવેલા છે. આવા થરોમાં ૫૦–૧૩૦ ફુટ જાડો એવડા ક્ષારનો બનેલો એક મોટો પટ્ટો આવેલો છે. આ એવડા ક્ષારને કારને-લાઈટ કહેવામાં આવે છે અને તેમાં પોટાશિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડો સંયુક્ત દશામાં આવેલા છે. તેમાંથી પોટાશિયમ ક્લોરાઈડ જુદો પાડવામાં આવે છે. કારનેલાઈટને ગરમી વડે થીજવવાથી લગભગ શુદ્ધ પોટાશિયમ ક્લોરાઈડ તેમાંથી જુદો પડે છે અને થીજેલો મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડ દ્રવશેષ તરીકે પાછળ રહે છે. પછી પોટાશિયમ ક્લોરાઇડને શુદ્ધ કરીને તેમાંથી પોટાશિયમના બીજા ક્ષારો બનાવવામાં આવે છે. હવે તો આલ્સેઇસનાં ભરાણો પણ પોટાશિયમના ક્ષારોનો મોટો ભાગ દુનિયાને પૂરો પાડે છે. વળી રશિયા, અમેરિકા અને કૅનેડાના અમુક પ્રદેશમાં પણ પોટાશિયમના ક્ષારોનાં ભરાણો જડી આવ્યાં છે છતાં પણ સ્ટાસ્ફુર્ટનાં ભરાણોની મહત્તા ઓછી થઈ નથી.

મીઠામાંથી સોડા બનાવવાની લી બ્લાન્ક પદ્ધતિનો ઉલ્લેખ પહેલાં આવી ગયો. આ રીત અનુસાર પોટાશિયમ ક્લોરાઈડમાંથી પોટાશિ-યમ સલ્ફેટ અને પછી તેમાંથી પોટાશિયમ કાર્બોનેટ બનાવાય છે. પોટાશિયમ કાર્બોનેટ મોતીની રાખ (pearl-ash) તરીકે ઓળખાય છે. પોટાશિયમ કાર્બોનેટના સંતૃપ્ત દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ પસાર કરવાથી પોટાશિયમ બાઈકાર્બોનેટ બને છે. આ પોટાશિયમ કાર્બોનેટને હવામાં રાખવાથી તે પાણી ચૂસે છે. કાચની બનાવટમાં, રંગાટમાં અને એવા બીજા કામોમાં આ ક્ષાર ઉપયોગમાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પોટાશિયમના ક્ષારના મિશ્રણવાળો કાચ 'સખત કાચ' તરીકે ઓળખાય છે.

કાસ્ટિક સોડાની માફક કૉસ્ટિક પોટાશ પણ બનાવી શકાય છે અને 'સોફ્ટ' (માખણ જેવા નરમ) સાબુની બનાવટમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે. આપણા રોજિંદા ઉપયોગમાં વપરાતો સાબુ કૉસ્ટિક સોડામાંથી બનાવાય છે. કૉસ્ટિક પોટાશના દ્રાવણો કાચ પર અસર કરે છે, તેથી રૂપું, નીકલ યા લોઢાના વાસણમાં જ તેનું દ્રાવણ ઉકાળી શકાય. ગરમી વડે થીજેલો પોટાશ તો પ્લૅટિનમ જેવી ઉમદા ધાતુને પણ ખાઈ જાય છે.

દવામાં વપરાતા પોટાશિયમ બ્રોમાઈડ અને પોટાશિયમ આયોડાઈડ પણ પોટાશિયમના ઉપયોગી ક્ષારો છે. બ્રોમાઇડ તો ફોટોગ્રાફીમાં પણ વપરાય છે. વળી પોટાશિયમ સલ્ફેટ ફટકડીની બનાવટમાં અને ખાસ કરીને તંબાકુની ખેતીમાં ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે.

પોટાશિયમના બધા ક્ષારોમાં પોટાશિયમ સાયેનાઈડ ખૂબ ઝેરી છે. તે સોનારૂપાના ખનિજ પત્થરોમાંથી એ કીમતી ધાતુઓ કાઢવાના ઉદ્યોગમાં વપરાય છે.

પોટાશિયમ કાર્બોનેટને ગંધક સાથે ગરમી વડે થીજાવીને તૈયાર કરેલો પદાર્થ લીવર ઑવ સલ્ફર તરીકે ઓળખાય છે. બગીચાઓમાં ઝાડને નુકસાનકર્તા જીવજંતુઓનો નાશ કરવા માટે આ પદાર્થ છાંટવામાં આવે છે.

પોટાશિયમ ફૉસ્ફેટ ખાતરમાં વપરાય છે. હોમીયોપથી પદ્ધતિમાં આ પદાર્થ કાલી ફૉસના નામથી દવા તરીકે વપરાય છે.

પોટાશિયમ નાઈટ્રેટ અગર 'સોલ્ટપીટર' તો આપણા દેશમાં ખૂબ બનાવાતું. પેશાબ અને મળ જેવા નાઈટ્રોજનવાળા કાર્બનિક પદાર્થોને ચૂના યા જૂની ભીંતો પરના ચૂનાના પ્લાસ્ટર સાથે મેળવીને કોહાવા દેવાથી તેમાં રહેલા સૂક્ષ્મ જંતુઓ રાસાયનિક ક્રિયાઓ કરે છે અને તેમાંથી કૅલ્શિયમ નાઈટ્રેટ બને છે, જેને પોટાશિયમ કાર્બોનેટ સાથે ઉકાળવાથી સૉલ્ટપીટર તૈયાર થાય છે. આને નાઈટરનું લાવેતર (nitre

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

plantations) કહે છે. આ રીતે ૨૦ હજાર ટન સોલ્ટપીટર આપણા દેશમાં બનાવાતું. આ પદાર્થ ઘણું જ ઉપયોગી ખાતર છે. યુદ્ધકાળમાં તેનો ઉપયોગ દારુગોળાની બનાવટમાં પણ થાય છે. દવામાં પણ તે વપરાય છે.

કૉસ્ટિક પોટાશના દ્રાવણમાં ક્લોરિન વાયુ પસાર કરવાથી પોટાશિયમ ક્લોરેઇટ બને છે. આ પદાર્થ ૧૭૮૬માં શોધાયો હતો. દીવાસળીના ઉદ્યોગમાં, ફટાકડામાં, ફોટોગ્રાફીમાં વપરાતા ફ્લશ પાઉડરની તથા સ્ફોટક પદાર્થોની બનાવટમાં, એવા અનેકવિધ ઉપયોગમાં તે આવે છે. ગંધક યા ફોસ્ફરસ સાથે આ ક્લોરેઇટને ઘસવાથી ખૂબ જોખમકારક ભડકો થાય છે. તેના ઉપર ગંધકના તેજાબનું એક જ ટીપું નાખવાથી તેમાંથી ભડાકા સાથે તડતડીઆ અવાજો નીકળે છે, અને પીળો વાયુ વછૂટે છે. (ચેતવણી: આ પ્રયોગો ખૂબ સાવધાનીપૂર્વક કરવા. તેમાં મોટું જોખમ છે.)

પોટાશિયમ અને સોડિયમના ક્ષારો એકબીજાને ખૂબ મળતા હોઈ જરૂર પડ્યે પોટાશિયમને બદલે સોડિયમના ક્ષાર વાપરી શકાય. વળી સોડિયમ ક્ષારોને મુકાબલે પોટાશિયમના ક્ષારો મોંઘા પણ હોય છે. એટલે જ્યાં બની શકે ત્યાં પોટાશિયમના ક્ષારને બદલે સોડિયમ ક્ષાર વાપરવામાં આવે છે.

પોટાશિયમના લગભગ બધાં સામાન્ય ક્ષારો સોડિયમ ક્ષારોની માફક પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. બુન્સેન બર્નરની જ્યોતમાં પોટાશિયમના ક્ષારો વાદળી રંગ આપે છે. અને તેને વાદળી કાચમાંથી જોવાથી તે રાતા દેખાય છે.

પણ આ ઉપરાંત ઉદ્યોગોમાં ખૂબ વપરાતા પોટાશિયમના બે અત્યન્ત ઉપયોગી ક્ષારો તે પોટાશિયમ ડાયક્રોમેટ અને પોટાશિયમ પરમેન્ગેનેઈટ, જેમનું સવિસ્તર વર્ણન આવતા પ્રકરણમાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૮

સોડિયમ અને પોટાશિયમ બાઈક્રોમેટ

આગાઉના પ્રકરણમાં સોડિયમ અને પોટાશિયમ ધાતુઓના કેટલાક ક્ષારો વિષે આપણે જાણ્યું. હવે તેમના એક અતિ મહત્ત્વના ક્ષાર 'બાઇક્રોમેટ' વિષે જોઈએ.

પોટાશિયમ અને સોડિયમ બાઇક્રોમેટ (જેને ડાઇક્રોમેટ પણ કહેવામાં આવે છે)નો ઉપયોગ હુન્નર–ઉદ્યોગોમાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં થાય છે. ચામડાં કેળવવામાં, લેમન ક્રોમ, ક્રોમ યલો, લેમન યલો ઈત્યાદિ રંગોની બનાવટમાં, તથા ક્રોમિયમના અન્ય ક્ષારોની બનાવટમાં તથા ફોટોગ્રાફીમાં છાપવાની કાર્બન ને ગમ–ડાઇક્રોમેટ રીતોમાં બાઇક્રોમેટ ખૂબ ઉપયોગી છે. ડાઇક્રોઇટ–બૅટરીમાં પણ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની સાથે તે કામમાં આવે છે. વળી જારણકર્તા (oxidising . agent) હોવાથી લોહના ક્ષારોનું જારણ કરવામાં રાસાયનિક પૃથક્કરણમાં વપરાય છે. કાપડને ખાખી રંગવામાં તથા રંગ પાકો કરનાર દ્રવ્ય(mordant)તરીકે પણ તે ઉપયોગી છે. બીસ્મથ ક્રોમેટ કૅલીકો (છીંટ કાપડ) રંગવામાં વપરાય છે.

ડાયક્રોમેટના આવા વિવિધ ઉપયોગો જોતાં તેની માગણી ખૂબ રહે છે. દર વર્ષે આપણા દેશમાં ૩ હજાર ટન બાઈક્રોમેટની પેદાશ થાય છે. મુંબઈ, કાનપુર અને મ્હૈસુરમાં તે બનાવવાનાં કારખાનાં છે. આ ઉપરાંત લગભગ એટલો જ માલ પરદેશમાંથી આયાત થાય છે. યુદ્ધ પૂર્વે તો બધો જ બાઈક્રોમેટ પરદેશથી આવતો. નવાઈની બીના છે કે તેની બનાવટ માટે જરૂરી બધી સામગ્રી દેશમાં સુલભ હોવા છતાં તે અહીં બનતો ન હતો. તેની બનાવટમાં આવશ્યક મુખ્ય કાચો પદાર્થ–ક્રોમાઇટ હિંદુસ્તાનમાં ઘણી જગ્યાએથી પુષ્કળ પ્રમાણમાં નીકળે છે. તેમાં બલુચિસ્તાન અને મ્હૈસુરમાંથી નીકળતો ક્રોમાઇટ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઊંચા પ્રકારનો છે. હિંદનું આ કાચું ધન દર વર્ષે ૨૬-૨૮ હજાર ટનને હિસાબે પરદેશ ખાતે ચડતું, અને તેમાંથી તૈયાર થએલો બાઈ-ક્રોમેટ હિંદમાં આવતો. એ રીતે ૧૯૩૩—૩૬ સુધી દરવર્ષે પરદેશોમાંથી ૫૮૭૦ હંડ્રવેટ પોટાશિયમ બાઈક્રોમેટ અને ૧૮૫૦૦ હંડ્રવેટસોડિયમ બાઈક્રોમેટ હિંદમાં આવતો હોવાના આંકડા મળે છે.

પણ પછી આપણા દેશમાં બાઇક્રોમેટ બનાવવાનું શરૂ થયું. અનુભવે માલૂમ પડયું કે તેની બનાવટની ક્રિયામાં કયાંક ખામી રહેલી છે, કારણ ધારેલા પ્રમાણમાં માલની પેદાશ ઊતરતી નહોતી. આનું કારણ શોધવા સંશોધન હાથ ધરતાં જણાયું કે ભઠ્ઠીની રચનામાં જ ખામી રહેલી હતી. મુંબાઇ સરકારના ઉદ્યોગ ખાતા તરફથી આ દિશા-માં થએલું કાર્ય ઘણું ઉપયોગી નીવડયું છે. બાઈક્રોમેટના ઉદ્યોગની આજની સંતોષકારક પરિસ્થિતિ પણ તેને જ આભારી ગણાય. જો કે હજુ પણ આ ઉદ્યોગને ખીલવવાનો ઘણો અવકાશ છે.

બાઇક્રોમેટની બનાવટમાં નીચેના કાચા પદાર્થોની જરૂર પડે છે: (૧) ક્રોમાઇટ (૨) ચૂનો (૩) સોડા (૪) ગંધકનો તેજાબ અને (૫) પોટાશિયમ કલોરાઈડ. આ બધાં ય પદાર્થો આપણા દેશમાં મળે છે. પર્યાવર્તન ભઠ્ઠી (Reverberatory furnace)માં ક્રોમાઇટ, સોડા ને ચૂનાનું મિશ્રણ (આધુનિક રીતમાં ૩૪૦ પૌંડ ક્રોમાઇટનો બારીક ભૂકો, ૨૭૦ પૌંડ સોડા તથા ૩૬૦ પૌંડ ચૂનાના મિશ્રણને ભઠ્ઠીમાં એકમ ચાર્જ-ઓરણ તરીકે લેવાય છે) ૧૦૫૦ થી ૧૧૦૦ ડિગ્રી ગરમી એ તપાવવામાં આવે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન ભઠ્ઠીમાં હવા દાખલ કરવામાં આવે છે. આ ક્રિયામાં ચૂનો ભાગ લેતો નથી (જોકે થોડા ચૂનાનું કૅલશિયમ ક્રોમેટમાં પરિવર્તન થાય છે) પણ સોડા અને ક્રોમાઇટના ઓગળતા જથ્થાને તે છિદ્રમય રાખે છે, જેથી અંદર હવા જઈ શકે અને પ્રક્રિયા બરાબર ચાલે. આ રીતે પ્રથમ સોડિયમ ક્રોમાઈટ તૈયાર થાય છે. આ પદાર્થને જુદો પાડવા ભઠ્ઠીમાંથી કાઢેલા ગરમ જથ્થાને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાણી સાથે ભેળવવામાં આવે છે. તેમાંથી શુદ્ધ સોડિયમ ક્રોમાઈટ પાણીમાં ઓગળી જાય છે અને બાકીની અશુદ્ધિઓ અદ્રાવ્ય હોઇ જુદી પડે છે.

ક્રોમાઇટનું આ દ્રાવણ પીળા રંગનું હોય છે અને તેમાં ગંધકનો તેજાબ નાખવાથી ક્રોમાઇટનું બાઇક્રોમેટ (યા ડાઇક્રોમેટ) માં પરિવર્તન થાય છે. એ દ્રાવણને પછી જરૂરિયાત મુજબ ઉકાળવાથી તેમાંથી સોડિયમ સલ્ફેટ જુદું પડી જાય છે અને બાકી રહેલા દ્રાવણને વિશેષ ઉકાળવાથી સોડિયમ બાઇક્રોમેટના રાતા સ્ફટિકો આવવા લાગે છે. તેને સેન્ટ્રીફ્યુગલ સંચા વડે પાણીમાંથી જુદા પાડવામાં આવે છે. આમ સોડિયમ બાઇક્રોમેટ પ્રથમ તૈયાર થાય છે. તેમાંથી પછી પોટાશિયમ બાઇક્રોમેટ બનાવવા તેને પોટાશિયમ ક્લોરાઇડના દ્રાવણ સાથે ભેળવવામાં આવે છે, જેથી પોટાશિયમ બાઇક્રોમેટના ચકચકિત રાતા સ્ફટિકો તૈયાર થાય છે.

પોટાશિયમ બાઇક્રોમેટને ગંધકના તેજાબના પાતળા દ્રાવણ સાથે ભેળવીને તેમાં ગંધકનો વાયુ (સલ્ફર ડાઈ–ઑકસાઇડ) પસાર કરવાથી ક્રોમ ઍલમ–(ક્રોમ ફટકડી) બને છે. આ 'ક્રોમ ફટકડી' રંગવામાં, કૅલીકો (છીંટ) છાપવામાં અને ચામડાં કેળવવામાં વપરાય છે. પોટાશિયમ બાઇક્રોમેટના ગંધકના તેજાબવાળા દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન પૅરૉક્સાઇડનું દ્રાવણ નાખવાથી વાદળી રંગ પેદા થાય છે. આ વાદળી રંગ અસ્થિર છે, પણ તેમાં ઈથર નાખવાથી તે રંગ ઈથરમાં મળી જાય છે. પાણીમાં દ્રાવ્ય બધા જ ક્રોમેટ ઝેરી છે.

પોટાશિયમ પરમૅંગેનેટ

પોટાશિયમ પરમૅંગેનેટથી તો આપણામાંનાં ઘણાં પરિચિત હશે. કૂવાનું પાણી બગડયું હોય તે વખતે જંતુઓનો નાશ કરવા કૂવામાં નાખવામાં આવતો આ પદાર્થ પાણીની 'ગુલાબી દવા' તરીકે જાણીતો છે.

રોજિંદા જીવનમાં ઘણો ઉપયોગી એવો આ ક્ષાર લોઢાના જેવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાળા 'પાયરોલ્યુસાઈડ' નામના ખનીજ મૅંગેનીઝ ડાઈઑક્સાઈડમાંથી બનાવવામાં આવે છે. મૅંગેનીઝ ડાઈઑક્સાઈડ (પાઈરોલ્યુસાઈડ) ને કૉસ્ટિક સોડા યા પોટાશ સાથે મેળવીને હવા મળે એવી રીતે ગરમ કરવામાં આવે છે. આથી બધું મિશ્રણ એકરસ થઈ લીલો પદાર્થ પેદા થાય છે, જેમાં મૅંગેનેઈટ સારા પ્રમાણમાં આવેલો હોય છે. આ પ્રક્રિયા જલદી પાર ઉતારવા ૨·૪ ભાગ કૉસ્ટિક અને ૧ ભાગ મૅંગેનીઝ ડાઈ-ઑક્સાઈડના મિશ્રણમાં પોટાશિયમ ક્લોરેટ ઉમેરવામાં આવે છે. ક્લોરેટ આ ક્રિયામાં ઑક્સિજન પૂરો પાડે છે. તૈયાર થએલા લીલા પદાર્થને થોડા ઠંડા પાણી સાથે મેળવીને તૈયાર કરેલું દ્રાવણ હવાશૂન્ય વાસણમાં ઉકાળવાથી સોડિયમ યા પોટિશિયમ મૅંગેનેઈટના સ્ફટિકો જુદા પડે છે. ઉપરના દ્રાવણમાં જો ખૂબ પાણી ઉમેરવામાં આવે તો ગુલાબી રંગનું દ્રાવણ પેદા થાય છે. આ રંગ પરમૅંગેનેઈટની ઉત્પત્તિને લીધે થાય છે. ક્લોરિન વાયુ પસાર કરવાથી આ પરિવર્તન જલદી થાય છે. સોડિયમ પર-મૅંગેનેઈટના સ્ફટિકો તૈયાર કરવાનું કામ મુશ્કેલીભર્યું છે. એટલે ઘણી-વાર તેનું દ્રાવણ જ વપરાય છે. એને 'કોન્ડીનો પ્રવાહી' કહેવાય છે. તે જંતુવિનાશક તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે ને પોટાશિયમના ક્ષાર કરતાં સસ્તું હોવાથી વિશેષ વપરાય છે.

પોટાશિયમ પરમૅંગેનેઈટના સ્ફટિકો ઘેરા ગુલાબી-રાતા ચકચકિત લીલા ચળકાટવાળા હોય છે. તેને પાણીમાં ઓગાળવાથી ગુલાબી દ્રાવણ થાય છે. સ્ફટિકોને ગરમ કરવાથી તેમાંથી ઓક્સિજન છૂટે છે. ગંધક કે કોલસા સાથે મેળવીને ગરમ કરવાથી તે મિશ્રણ સળગી ઊઠે છે.

પોટાશિયમ પરમૅંગેનેઇટ જારણના કામ માટે ખૂબ ઉપયોગી છે. લાકડું સડતું અટકાવવા માટે તથા એમાં સડો ન પેસે એ માટે, રેસા-ઓનો રંગ કાઢવા માટે, જતુવિનાશક દવા તરીકે તેમજ જારણનાં જુદાંજુદાં કાર્યો માટે તે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ફળ તથા શાકભાજીને પરમૅંગેનેઈટના પાણીથી ધોવાથી ચેપી રોગો ફેલાવતાં જંતુઓ નીકળી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાય છે. રોગચાળાની મોસમમાં પીવાના પાણીમાં એક બે પરમૅંગેનેઇટના સ્ફટિક નાખવાથી પાણી પીવામાટે સહીસલામત બને છે. સર્પદંશમાં પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. ડંખ ઉપર પરમૅંગેનેઇટની પાણીમાં લુગદી કરી મૂકવામાં આવે છે.

પરમૅંગેનેઇટની બનાવટમાં વપરાતું આ પાઇરોલ્યુસાઇટ (મૅંગેનીસ ડાઇઑક્સાઇડ) બીજા જુદાજુદા ઑક્સાઇડો સાથે કુદરતમાંથી મળી આવે છે. ઊંચી જાતના ખનીજમાં ૩૫ ટકા કે તેથી વધારે પ્રમાણમાં મૅંગેનીઝ હોય છે. આખી દુનિયાના દેશોને મૅંગેનીઝના આ ખનીજનો મોટો ભાગ હિંદુસ્તાન પૂરો પાડે છે. પણ આપણું આ કાચું ધન પરદેશ ખાતે જ ચડે છે અને તેમાંથી ઉપયોગી રસાયનો બનાવવા માટે આપણે કોઇ વ્યવસ્થિત પ્રયત્નો બહુ ઓછા કર્યાં છે એ ખરેખર દેશની કમનસીબી છે. પાઇરોલ્યુસાઇડ એ ગ્રીક શબ્દ છે; તેનો અર્થ 'આગને ઓગાળવી' એવો થાય છે. કાચની બનાવટમાં કાચને સફેદ બનાવવા—અશુદ્ધિઓને લીધે આવેલો રંગ કાઢી નાખવા આ ખનીજ ખાસ વપરાય છે. આ ઉપરાંત બીજા અનેક ઉપયોગોમાં તે આવે છે. પહેલાં ક્લોરીનની બનાવટમાં પણ તે વપરાતું. પણ વીજળી સસ્તી થયા પછી આ રીત પ્રચલિત રહી નથી. ડ્રાઇ સેલની બનાવટમાં તથા માટીના વાસણોને રંગ ચડાવવામાં પણ તે વપરાય છે. બેલતેલ અને એવાં બીજાં તેલોમાં તે નાખવામાં આવે છે જેથી એ તેલો હવામાંથી ઑક્સિજન લઈને જલદી સૂકાઈ જાય છે. વળી ગજવેલની બનાવટમાં તેની માગણી ખૂબ રહે છે. 'ફેરો—મૅંગેનીઝ' તરીકે જાણીતી લોહ અને મૅંગેનીઝની મિશ્ર ધાતુ તેમાંથી ખૂબ બનાવાય છે, એ ઉલ્લેખ અત્રે અસ્થાને નહિ ગણાય. ગુજરાતમાં પાઇરોલ્યુસાઇડ ખનીજ શિવરાજપુરની ખાણોમાંથી કાઢવામાં આવે છે. આ બધો માલ મોટે ભાગે પરદેશ ખાતે ચડે છે. ગુજરાતના ઔદ્યોગિક વિકાસમાં આવા ઉદ્યોગોની ખીલવણીને ખૂબ અવકાશ છે.

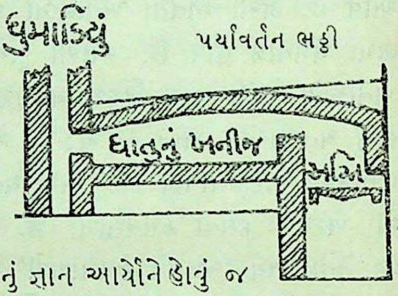
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૯ મું

તાંબું-ધાતુ અને ક્ષારો

પશ્ચિમના આધુનિક વિજ્ઞાનની વિદ્યુત્-વેગી પ્રગતિમાં અંજાઇ જઇ ઘણી વાર આપણે ભૂલી જઇએ છીએ કે હજારો વર્ષો પૂર્વે આપણા આ આર્યાવર્તના પ્રદેશમાં અહિંના વતની આર્યો વિજ્ઞાનની ખૂબીઓનું ઉત્કૃષ્ટ જ્ઞાન ધરાવતા હતા. આપણા પ્રાચીન ગ્રંથોમાંથી એવા ઘણા ઉલ્લેખ મળી આવે છે; ધાતુઓ, ઔષધો તથા બીજા એવા પદાર્થો બનાવવાની રીતો, તેમજ એ વસ્તુઓના ગુણ અને ઉપયોગો સંબંધનું જ્ઞાન આર્યોને હોવું જ જોઇએ એમ સ્પષ્ટ સાબિત કરે છે. ખનિજ પદાર્થોમાંથી ધાતુઓના શોધનમાં તથા રાસાયનિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ઔષધો બનાવવામાં તો આર્યોએ નિપુણતા પ્રાપ્ત કરી હોવી જોઇએ. આચાર્ય પ્રફુલ્લચંદ્ર રૉયે તેમના 'હિંદુ રસાયનનો ઇતિહાસ' નામના પુસ્તકમાં પુરવાર કરી બતાવ્યું છે કે વેદકાળથી માંડીને તે સતરમી–અઢારમી સદી સુધી હિંદુઓએ એ જમાનામાં અન્યત્ર અજ્ઞાત એવી અનેક રાસાયનિક ક્રિયાઓ સિદ્ધ કરી હતી. પ્રો૦ પંચાનન નિયોગીએ તેમના 'પ્રાચીન હિંદમાં લોહ' નામના પુસ્તકમાં પણ સાબિત કર્યું છે કે દુનિયાની ઐતિહાસિક તવારીખમાં પ્રાચીન હિંદનો લોહનો ઉદ્યોગ ખરેખર અદ્વિતીય હતો. મધ્ય યુગમાં દમાસ્કસની સુપ્રસિદ્ધ સમશેરો હિંદના ગજવેલમાંથી જ તૈયાર કરવામાં આવતી હતી.



ધાતુઓ ગાળવાની પોતાની આવડત હિંદુઓએ માત્ર એક જ ધાતુ પૂરતી ખીલવી હોય એમ માની લેવું મુનાસિબ લાગતું નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હિંદુસ્તાનની ભૂસ્તરવિદ્યાના અભ્યાસીઓના અભિપ્રાયો અનુસાર હિંદમાં અનેકવિધ ખનિજ પદાર્થો ધરતીના પડમાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં વેરાએલા પડયા છે. તે ખનિજમાંથી લોઢું કાઢવાનું કાર્ય બીજી ધાતુઓના મુકાબલે ગૂંચવણભર્યું અને મુશ્કેલ છે. તેને માટે તો રસાયનનું સારું જ્ઞાન હોવું જોઈએ; એટલે લોઢા ઉપરાંત બીજી ધાતુઓનું શોધન કરવાનું જ્ઞાન પણ હિંદમાં વિસ્તરેલું હોવું જોઇએ.

પ્રાચીન હિંદમાં, ખનિજમાંથી તાંબાનું શોધન થતું અને દેશમાં આ વિષયનું ઉત્કૃષ્ટ જ્ઞાન ધરાવતા કુશળ કારીગરો મોજૂદ હતા. રાજપુતાનાની એક વખતની સમૃદ્ધ તાંબાની ખાણો આજે સૂની પડી છે. જનવસવાટથી દૂર જંગલપ્રદેશોમાં રહેતી મૂળ વતનીઓની જાતિઓમાંથી કોઇકોઇએ અને અન્ય જૂજજાજ માણસોએ આ વિદ્યા હજુ સાચવી રાખેલી માલૂમ પડે છે. બાકી તો આ જૂના ઉદ્યોગની જાહોજલાલી સેંકડો વર્ષો થયા પડી ભાંગી છે અને આજે તો પરદેશથી આયાત થતું તાંબું જ હિંદુસ્તાનમાં પુષ્કળ વપરાય છે.

ઈ. સ. પૂર્વે ૧૦૦૦થી ૫૦૦ સુધીના કાળના બ્રાહ્મણ ગ્રંથોમાં તાંબાને 'રાતી ધાતુ' તરીકે વર્ણવવામાં આવી છે. તે પહેલાંના ઋગ્વેદમાં જોકે તાંબા સંબંધે કશો ઉલ્લેખ નથી; પણ અથર્વ વેદમાં 'તાંબાની છરી'નો ઉલ્લેખ મળી આવે છે. એ સંભવિત છે કે તાંબાની છરી યજ્ઞમાં ઉપયોગમાં લેવાતી હશે; કારણ કે હિંદુઓમાં તાંબું પવિત્ર ધાતુ મનાય છે. વળી તેમણે તાંબાના ખનિજો વજનમાં ભારે, રંગમાં લીલા, ભૂખરા યા લાલ એવા વર્ણવ્યા છે. આ વર્ણન મેલેચાઇટ, પાઇરાઈટીઝ અને રેડ કૉપર ઓર તરીકે અત્યારે જાણીતા તાંબાના ખનિજોને બરાબર લાગુ પડે છે.

સંસ્કૃતિનો આદિ યુગ 'પ્રસ્તર યુગ'થી શરૂ થયેલો ગણાય છે. પછી આવ્યો 'નવ–પ્રસ્તર યુગ'. આ બંને યુગોની વિશેષતા એટલે પથરમાંથી બનાવેલાં ઓજારો તથા હથિયારોનો વિશેષતઃ ઉપયોગ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તે પછી સંસ્કૃતિના વિકાસની ઉત્તરોત્તર ભૂમિકાઓમાં લોહ, તાંબુ, કાંસુ વગેરે ધાતુઓ મનુષ્યે વાપરવા માંડી, તેથી ત્યાર પછીના યુગો લોહયુગ, તામ્રયુગ, ને કાંસ્યયુગ કહેવાયા. હિંદમાં પણ તામ્રયુગ ચોક્કસ આવ્યો હશે એમાં શંકાને સ્થાન નથી એમ વિદ્વાનોનું માનવું છે.

તાંબું, રૂપું ને સોનું એ ધાતુ-ત્રિપુટી જૂના કાળથી સિક્કાની બનાવટમાં વપરાતી આવે છે. એટલે તે સિક્કાની ધાતુઓ (coinage metals) તરીકે ઓળખાય છે.

તાંબાના ખનિજો—કુપરાઇટ (કૉપર ઑકસાઇડ) અને મૅલાચાઇટ (કાપર કાર્બોનૅટ)—ને કોલસા સાથે તપાવવાથી તાંબુ જુદું કાઢી શકાય છે. પણ આ ખનિજોનો ઉપયોગ મર્યાદિત છે. તાંબું ગંધક સાથે સહેલાઇથી સંયોજાતું હોવાથી કુદરતમાં ગંધકિત તાંબાના ખનિજો પુષ્કળ મળી આવે છે: અને તાંબું કાઢવા માટે મુખ્યત્વે આજ ખનિજ વપરાય છે. તેમાં ૧ાા–૨ ટકા તાંબું હોય તો પણ તેમાંથી તાંબાનું શોધન પરવડે છે. આ ગંધકિત ખનિજોમાં પાઇરાઇટીઝ, કૉપર ગ્લાન્સ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. વળી તેની સાથે ગંધકિત લોહ પણ હોય છે. ઉપરાંત તેમાં થોડા પ્રમાણમાં સોમલ, સીસું, કલાઈ પણ હોય છે. આવા મોટા મિશ્રણમાંથી તાંબું છૂટું પાડવાનું કામ મુશ્કેલી-ભર્યું થઇ પડે છે.

એ ખનિજમાંથી તાંબાનું શોધન કરવા માટે પ્રથમ ખનિજને હવામાં પકવવામાં (calcine) આવે છે. આ કાર્ય ખાસ વિશિષ્ટ પ્રકારની ભઠ્ઠીઓમાં કરવામાં આવે છે. આ ક્રિયાથી વધારાનો ગંધક સલ્ફર ડાયોકસાઈડ રૂપે નીકળી જાય છે; સોમલ પણ તેના ઑકસા-ઇડ રૂપે જુદું પડી જાય છે; લોહના સલ્ફાઈડો તેના ઑકસાઈડમાં પરિવર્તન પામે છે: પરંતુ મોટે ભાગે તાંબાના સલ્ફાઈડમાં કાંઇ પણ ફેરફાર થતો નથી. ત્યાર બાદ લોહ કાઢી નાખવા માટે પર્યાવર્તન ભઠ્ઠીમાં તેને રેતી સાથે ઓગાળવામાં આવે છે. આ ક્રિયા બે વાર

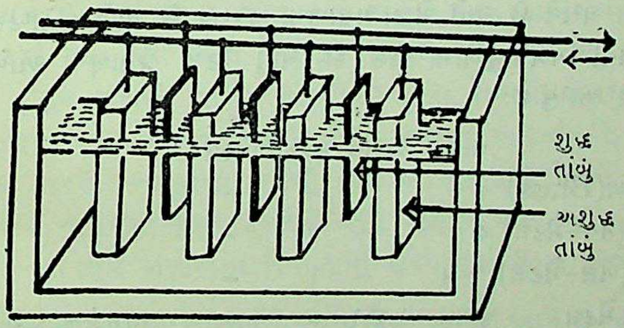
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરવાથી ૭૦-૮૦ ટકા તાંબાવાળો કૉપર સલ્ફાઇડ બનાવી શકાય છે. આ કૉપર સલ્ફાઇડમાંથી તાંબું જુદું પાડવા સલ્ફાઇડને હવામાં ભૂંજવામાં આવે છે, એટલે તાંબું બને છે. આ તાંબું 'બ્લિસ્ટર કૉપર' કહેવાય છે, કારણ કે આ ક્રિયામાં પ્રવાહી તાંબામાંથી સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ નીકળે એટલે ફોલ્લા થયા હોવા જેવો દેખાવ થઇ જાય છે. આ તાંબામાં પણ ૩ ટકા જેટલી અશુદ્ધિઓ હોય છે એટલે તેને શુદ્ધ કરવાની ક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે.

હવે તાંબાના શોધનમાં વીજળીનો ઉપયોગ થવા માંડયો છે. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની બનાવટમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ કાઢી લીધા પછી બાકી રહેલો પાઇરાઇટીઝનો કચરો આ રીતે ઉપયોગમાં લઇને તેમાંથી તાંબું કાઢવામાં આવે છે. આ વીજળિક રીતનો ફાયદો એ છે કે તેમાં તાંબું વધારે શુદ્ધ ને સહેલાઇથી તૈયાર થઇ શકે છે. આમ સૈદ્ધાંતિક રીતે તાંબાનું શોધન સહેલું લાગે છે પણ પ્રત્યક્ષ કાર્યમાં મુશ્કેલીઓ ખૂબ આવે છે; એટલે તાંબાનું શોધન ઘણું અટપટું ગણાય છે.

વીજળીના આ યુગમાં તાંબાનો મુખ્ય ઉપયોગ તાર અને દોરડાં બનાવવામાં થાય છે. તાંબું વિદ્યુત-વાહક છે, પણ જો તેમાં જરાક પણ અશુદ્ધિ હોય તો તેની વિદ્યુત-વાહકતા એકદમ ઘટી જાય



ચિત્રમાં તીરની નિશાની વીજળીના પ્રવાહની દિશા બતાવે છે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. એટલે તાંબાનું શુદ્ધિકરણ ખૂબ કાળજીપૂર્વક કરવું પડે છે. આ કાર્યમાં વીજળી વાપરવામાં આવે છે. તાંબાના ક્ષારનું દ્રાવણ કરી તેનું વિદ્યુત-પૃથક્કરણ(electrolysis)વડે શુદ્ધિકરણ કરવામાં આવે છે. આથી તેમાં રહેલું જૂજ રૂપું-સોનું પણ જુદું પાડી શકાય છે. અમેરિકાની કંપનીઓ આ રીતે હજારો ઔંસ રૂપું અને સોનું પેદા કરે છે.

શુદ્ધ તાંબું રાતા રંગની ચળકતી ધાતુ છે. તેને ટીપી શકાય છે તથા તેના તાર પણ ખેંચી શકાય છે. લોઢાની માફક તે કટાઇ જતું નહિ હોવાથી હુન્નરઉદ્યોગોમાં તેનો બહોળો ઉપયોગ થાય છે. જાતજાતનાં વાસણો, કડાઇઓ અને બીજી અનેક ચીજો તેમાંથી બનાવવામાં આવે છે. તે ખૂબ ઉષ્ણાતાવાહક હોવાથી તેની નળીઓ બૉઇલરમાં વપરાય છે.

તાંબાનો બીજો મોટો ઉપયોગ તેની મિશ્ર ધાતુઓ (alloys)ની બનાવટમાં થાય છે. શુદ્ધ તાંબું પોતે પોચી ધાતુ છે, પણ બીજી ધાતુઓ સાથે મિશ્ર થવાથી તાંબાના ગુણમાં મોટું પરિવર્તન થાય છે. તાંબાની મિશ્ર ધાતુઓમાં પિત્તળ, કાંસું, જર્મન-સિલ્વર વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. આ મિશ્ર ધાતુઓ પણ આપણા જીવનમાં તાંબા જેટલો જ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. હુન્નરઉદ્યોગમાં તે ખૂબ અગત્યનું સ્થાન ધરાવે છે અને મોટા પ્રમાણમાં વપરાય છે. નીચેના કોષ્ટકમાં તાંબાની મિશ્રધાતુઓમાં કઇ કઇ ધાતુ કેટલા પ્રમાણમાં આવેલી છે તે આપ્યું છે:

	તાંબું	જસત	કલઇ	નિકલ	
પિત્તળ(Brass)	૪	૧	–	–	
કાંસું(ગન-મેટલ)	૯	–	૧	–	
કાંસું(બેલ-મેટલ)	૪-૫	–	૧	–	
ડેલ્ટા મેટલ	૫.૫	૪.૧	–	–	(.૪ભાગ લોહ ઇત્યાદિ)
મોનેલ મેટલ	૭	–	–	૩	

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જર્મનસિલ્વર	૫	૨	–	૩
ફૉસ્ફર-બ્રૉન્ઝ	૮-૨ ૯-૪	–	૫–૧.૫	–(૦.૨૫ ૨-૫ ફૉસ્ફરસ)
મુંઝમેટલ(Munz)	૬	૪	–	–

ઢાળામાં વપરાતા કાંસામાં તાંબા ને કલઇ ઉપરાંત થોડું જસત અને સીસું પણ હોય છે. સાંચાકામમાં વપરાતા કાંસામાં ૨–૧૦ ભાગ જસત હોય છે. સિલિકોન–બ્રૉન્ઝ ટેલીગ્રાફનાં દોરડામાં વપરાય છે. ફૉસ્ફર બ્રૉન્ઝ કઠણ અને મજબૂત હોય છે. ડેલ્ટા-મેટલને ઘડી શકાય છે અને તેનો ઉપયોગ બેરીંગ, વાલ્વ તથા વહાણના પ્રોપેલરની બનાવટોમાં થાય છે. મુંઝ–મેટલ કટાતું નહિ હોવાથી વહાણના લાકડાના ભાગને ઢાંકી રાખવા ઉપયોગમાં આવે છે.

જર્મનસિલ્વર તો ખૂબ જાણીતું છે. તેવા ગુણવાળા બીજાં કૉન્સ્ટાન્ટન (૪૦ ટકા નિકલ+૬૦ ટકા તાંબું), મેન્ગાનીન (૪ ટકા નિકલ+૮૪ ટકા તાંબું +૧૨ ટકા મૅંગેનીઝ) વગેરે તૈયાર કરવામાં આવ્યા છે. વીજળિક રોધકતા (resistance) વાળાં સાધનો બનાવવામાં આ બંને ખૂબ વપરાય છે. નિકલના સિક્કામાં સામાન્ય રીતે ૭૫ ટકા તાંબું હોય છે; એકલું નિકલ આ કામમાં ઉપયોગી થતું નથી.

કાચની પાછળ લગાડીને અરીસા બનાવવામાં વપરાતી સફેદ સ્પેક્યુલમ મેટલમાં પણ ૨ ભાગ તાંબું અને ૧ ભાગ કલઇ આવે છે. તે કાળું પડતું નથી એટલે તેના પર પૉલિશ સારો ચડે છે.

શુદ્ધ તાંબાનો બારીક ભૂકો તૈયાર કરવો હોય તો મોરથુથાના દ્રાવણમાં જસત નાખવું. આથી જસત ઓગળશે અને તાંબાનો રાતો ભૂકો બનશે. આ ભૂકાને પાણી તથા આલ્કોહૉલથી ધોઇને હવા વિનાના વાસણમાં ગરમ કરવાથી તદ્દન શુદ્ધ તાંબાનો ભૂકો તૈયાર થશે. આ ભૂકો રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે.

તાંબાના ઉપયોગી ક્ષારોમાં મોરથુથુ સૌથી આગળ આવે છે. તાંબા-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ની પાઈરાઈટીઝને બાળીને સલ્ફર ડાયૉકસાઇડ વાયુ કાઢી લીધા પછી જે ભાગ રહે તેને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવવાથી મોરથૂથુ તૈયાર થાય છે. તાંબાના કચરામાંથી પણ મોરથૂથુ બનાવાય છે. તેના સ્ફટિકો વાદળી રંગના હોય છે. ગરમ કરવાથી તે સફેદ થઈ જાય છે. મોરથૂથાનો ઉપયોગ અનેકવિધ છે: રંગવામાં, છીંટ છાપવામાં, લાકડા અને ચામડાને સાચવવામાં તથા તાંબાનો ગિલેટ ચડાવવામાં તેનો ઉપયોગ થાય છે. એ ઉપરાંત ખેતીના કામમાં પણ તે ઉપયોગી છે. તેને ચૂના યા સોડા સાથે મેળવીને બોર્ડો મિક્શ્ચર બનાવવામાં આવે છે, જેનો ઉપયોગ બટાટા, દ્રાક્ષ ઈત્યાદિને નુકસાનકારક જંતુ-ઓનો નાશ કરવામાં થાય છે.

તાંબાને હવામાં યા ઑક્સિજનમાં બાળવાથી થતો કાળો ઑકસાઇડ રાસાયનિક પૃથક્કરણમાં વપરાય છે. તેને જુદાજુદા એસિડો-માં ઓગાળવાથી તાંબાના જુદાજુદા ક્ષારો બનાવી શકાય છે, જેમકે સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે મોરથૂથુ; હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વડે કૉપર ક્લોરાઇડ અને નાઇટ્રિક ઍસિડ વડે કૉપર નાઇટ્રેટ એવા ક્ષારો બને છે. મોરથૂથામાં ઍમોનિયાનું દ્રાવણ નાખવાથી ઘાટા વાદળી રંગનું દ્રાવણ તૈયાર થાય છે. આ દ્રાવણમાં રૂ તથા કાગળ ઓગળી જાય છે અને કૅન્વાસને વૉટરપ્રુફ બનાવવા માટે તેમજ બનાવટી રેશમના ઉદ્યોગમાં તે વપરાય છે. તાંબાના ક્ષારો રંગીન હોય છે અને તેમને બુન્સેન બર્નરની જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી લીલી જ્યોત પેદા થાય છે.

જીવ રસાયનના ક્ષેત્રમાં પણ તાંબું મળી આવે છે. કેટલાંક પક્ષીઓ અને માછલીઓના લોહીમાં પ્રાણવાયુ-વાહક તરીકે જે પદાર્થ કામ કરે છે તેમાં તાંબું હોય છે. લીલા વટાણા, પાઉં તથા બટાટામાં પણ અતિ અલ્પ અંશમાં તાંબું હોય છે. પોતાની શરીરની તંદુરસ્તી જાળ-વવા દરેક મનુષ્યે ખોરાકમાં ૧ મિલિગ્રામ તાંબું લેવું આવશ્યક છે. જો કે રોજનું ૧૦૦ મિલિગ્રામ જેટલું તાંબું લેવામાં આવે તોપણ શરીર-ને ખાસ નુકશાન થતું નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પેશાબમાં સાકરનું અસ્તિત્વ શોધવા માટે વપરાતા ફેહલિંગ સોલ્યુશનમાં મોરથૂથુ હોય છે. આ સોલ્યુશન ઘણું ઉપયોગી હોવાથી તેની વિગતો નીચે આપી છે: શુદ્ધ મોરથૂથાના સ્ફટિકો- (૬૯ ગ્રામ=૨.૪૪ ઔંસ)ને ૩૩.૩૩ ઔંસ પાણીમાં ઓગાળી, તેમાં એક ટીપું સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ નાખવું. આને સોલ્યુશન અ તરીકે ઓળખવું. ૩૫૦ ગ્રામ (=૧૨.૪ ઔંસ) સોડિયમ પોટાશિ-યમ ટાર્ટરેટ(રોશેલ સોલ્ટ)ને તથા ૧૦૦ ગ્રામ કૉસ્ટિક સોડાને પણ ૩૩.૩૩ ઔંસ (=૧ લીટર) પાણીમાં ઓગાળવું આને સોલ્યુશન બ તરીકે ઓળખવું. બંને સોલ્યુશન જુદાં રાખવાં. જ્યારે પેશાબ તપાસવો હોય ત્યારે બંને સોલ્યુશનનું સરખા પ્રમાણમાં મિશ્રણ કરવું અને તેમાં પેશાબ નાખવો. પછી તેને ઉકાળવું. જો તેમાં સાકર હશે તો રાતા રંગનો પદાર્થ પેદા થશે. ગ્લુકોઝ પણ આ રીતે તપાસી શકાય.

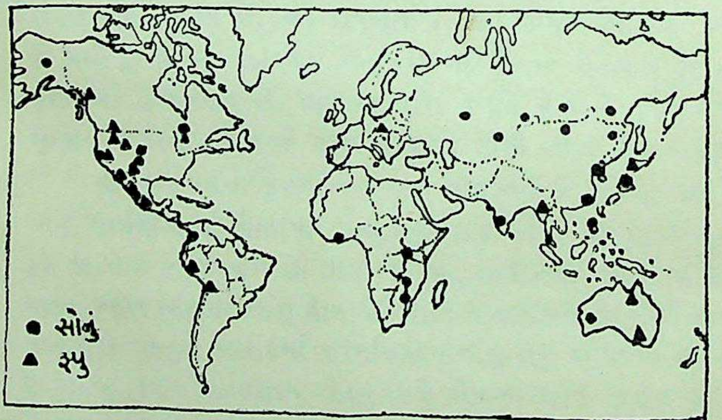
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૦

સોનું અને રૂપું

સોનું 'ધાતુઓનો રાજા' કહેવાય છે. તેની પ્રક્રિયાશીલતા એટલી જૂજ છે કે રસાયનમાં તે 'ઉમદા ધાતુ' તરીકે ઓળખાય છે. સોનું છેક પ્રાચીન કાળથી જાણીતી ધાતુ છે. પ્રાચીન ગ્રંથોમાં પણ તેના ઉલ્લેખ મળી આવે છે. ખ્રિસ્તી ધર્મશાસ્ત્ર બાઇબલમાં સોનાને 'પ્રથમ ધાતુ' તરીકે વર્ણવવામાં આવ્યું છે. સંસારની મુખ્ય પંચ ધાતુઓમાં સોનાનો સમાવેશ થાય છે. ઋગ્વેદમાં સોના (हिरण्य)નાં ઘરેણાંનું વર્ણન કરેલું છે. આ ઘરેણાંમાં કાનનાં એરિંગ, ગળામાં પહેરવાનાં ગંઠાં, બંગડીઓ, પગનાં ઝાંઝર ઇત્યાદિ આભૂષણોનો ઉલ્લેખ છે. હિંદી સંસ્કૃતિના પ્રાચીનતમ અવશેષો ધરાવતા સિંધના મોહેં-જો-ડેરોમાંથી પણ આવાં ઘરેણાં મળી આવ્યાં છે. ઈતિહાસના ઉગમકાળમાં પણ માણસે સોનાની શોધમાં ફાંફાં માર્યાં છે, તેની પૂજા કરી છે, તેની પાછળ ખુવારી સહન કરી છે. હલકી ધાતુઓમાંથી સોનું પેદા કરવા અનેક કીમિયાગરોએ જિંદગી ફના કરી નાખી છે.



દુનિયાના જે જે દેશોમાંથી સોનું ને રૂપું નીકળે છે તેનાં સ્થાન દર્શાવતો નકશો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સોનું અત્યંત આકર્ષક ધાતુ છે. તેનો ચમકતો પીળો રંગ વાતાવરણના વાયુઓની અસરથી મુક્ત રહે છે. એટલે જ સોનાને 'સુવર્ણ' કહેવામાં આવે છે. કીમિયાગરો સોનાનો સંબંધ તેના રંગને લીધે સૂર્ય સાથે જોડતા. બીજી ધાતુઓના કરતાં એ ઘણા ઓછા પ્રમાણમાં મળી આવે છે, એટલે કિંમત આંકવાના આંતરરાષ્ટ્રીય માપ તરીકે તેને સ્વીકારવામાં આવેલું છે.

'ચળકે એટલું સોનું નહિ' એવી આપણામાં કહેવત છે. આ કહેવતને જો જરા એમ ફેરવીએ કે 'જે ચળકે છે તે પણ બધું સાચું સુવર્ણ નથી,' તો એ કહેવત ખોટી નહિ ગણાય. સોનું પોતે તો ખૂબ મૃદુ ધાતુ છે. એટલે તેને બીજી ધાતુઓની સાથે મિશ્ર કરવામાં ન આવે ત્યાં સુધી તેને ઉપયોગમાં લઇ શકાય એટલું કઠણ તે થતું નથી. આથી વ્યવહારમાં શુદ્ધ સોનું જવલ્લે જ વપરાય છે.

સોનાની વિશુદ્ધિ-'ફાઇનનેસ' હજારના હિસાબે ગણવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, ૮૦૦ 'ફાઇન' સોનું એટલે ૮ ભાગ સુવર્ણ અને ૨ ભાગ બીજી ધાતુઓ. સોનાની શુદ્ધિ દર્શાવવા એમ પણ કહેવાય છે કે સોનું અમુક 'વલ્લું' છે. તદ્દન પરિશુદ્ધ સોનું ૨૪ વલ્લું ગણાય છે. 'વલ્લા'ને માટે અંગ્રેજી શબ્દ કૅરેટ (carat) છે. ઝવેરાત માટે પણ એ જ કૅરેટ શબ્દ વપરાય છે; પણ ત્યાં એ કૅરેટ વજનના એકમ તરીકે ગણાય છે, એટલે સોના અને ઝવેરાતના સંબંધમાં વપરાતો કૅરેટ શબ્દ એક જ અર્થમાં નથી. સોનાની બાબતમાં કૅરેટ 'ધાતુની ગુણવત્તા' દર્શાવે છે, ઝવેરાતની બાબતમાં તેનું 'વજન' સૂચવે છે.

સોનાની મુખ્ય સામુદાયિક વપરાશ ચલણી સિક્કાની બનાવટમાં થાય છે. આજે દુનિયાના અરધા ઉપરાંતનો સોનાનો જથ્થો અમેરિકા પાસે છે. સોનાના ચલણ માટે હવે બે મત છે. કેટલાક એમ માને છે કે ભવિષ્યના આંતરરાષ્ટ્રીય અર્થકારણમાં સોનાનું હવે પ્રધાન સ્થાન નહિ હોય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સોનાનો બીજો મોટો ઉપયોગ ઘરેણાં ઘાટની બનાવટમાં, ઝવેરાતની ચીજોમાં અને શ્રીમંતોનાં સમૃદ્ધિદર્શક સાધનોમાં થાય છે. આ કામ માટે સોનાને બીજી ધાતુઓ સાથે મેળવીને સખત બનાવવામાં આવે છે. રૂપું મેળવવાથી સોનાનો પાળો રંગ ઓછો થાય છે. ૧૨ ટકા પેલેડિયમ કે ૨૫ ટકા પ્લૅટિનમ કે ૧૫ ટકા નિકલ મેળવવાથી 'સફેદ સુવર્ણ' બને છે. સસ્તા ઝવેરાતમાં વપરાતું 'સોનું' એ સોનું નથી હોતું, પણ 'ડચ મેટલ' તરીકે ઓળખાતી ત્રાંબા અને જસતની મિશ્ર ધાતુ હોય છે.

સોનું એટલી નરમ અને છતાં ચિકાશવાળી ધાતુ છે કે તેને ટીપી-ટીપીને તેનો અત્યંત બારીક વરખ બનાવવામાં આવે છે, જે વરખનાં પાનાં એક ઇંચના એક હજારમા ભાગ જેટલા પાતળાં બનાવી શકાય છે. સોનાનો એ વરખ અર્ધપારદર્શક હોય છે. તેને પ્રકાશમાં ધરી રાખવાથી તેમાંથી લીલો પ્રકાશ નીકળે છે.

એ જ રીતે એક ઔંસ (અઢી તોલા) સોનામાંથી ૫૦ માઇલ લાંબો થાય એટલો બારીક તાર ખેંચી શકાય એટલી તાન્તવતા (ductility) તે ધરાવે છે. આ ઉપરાંત હલકી ધાતુઓને શોભાવવા માટે તેના ઉપર સોનાનો ગિલ્ટ (રસણ-ઢોળ) ચડાવવામાં આવે છે, તથા દાંતમાં ભરવામાં, ફાઉન્ટન પેનની ટાંકો બનાવવામાં, ફોટોગ્રાફીમાં અને બીજા અનેક ગૌણ ઉપયોગમાં સોનું આવે છે.

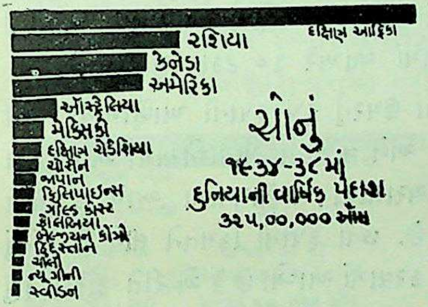
કુદરતમાંથી મળી આવતું સોનું ભાગ્યે જ શુદ્ધ હોય છે. તેમાં રૂપું અને અન્ય ધાતુઓ જૂજ અંશમાં પણ મળેલી હોય છે. આવું સોનું 'દેશી સોના' તરીકે ઓળખાય છે. ત્રાંબુ, સીસું અને જસતના ખનીજોમાંથી પણ, એ ધાતુઓ કાઢી લીધા પછી રહેલા કચરામાં, અલ્પ પ્રમાણમાં સોનું હોય છે. આ સોનું કાઢવા માટે જુદીજુદી ક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે. છતાં, એ પ્રમાણે કાઢેલું સોનું મોંઘું પડતું નથી. જળકૃત થરોમાંથી સોનું સારા પ્રમાણમાં મળી આવે છે. થોડાં વર્ષો પૂર્વે તો દુનિયાની સોનાની માગણી આ થરો પૂરી પાડતા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અખંડ ગઠ્ઠા કે લગડી રૂપે સોનું તો અમુક જગ્યાએથી જ નીકળે છે. ૧૮૬૯માં ઑસ્ટ્રેલિયામાંથી ૨૨૬૮ ઔંસ વજનનો એક ગઠ્ઠો–લગડી મળી આવી હતી. આજે સૌથી વિશેષ સોનાનું ઉત્પાદન દક્ષિણ આફ્રિકા કરે છે. ઈ. ૧૯૩૪–૧૯૩૮ના ગાળામાં દુનિયાના સોનાનું સરેરાશ વાર્ષિક ઉત્પાદન ૩૨૫ લાખ ઔંસ હતું.

હિંદમાં મ્હૈસુર રાજ્યમાં કોલારની સોનાની ખાણો સુપ્રસિદ્ધ છે. ત્યાં ચકમકની સાથે સોનું તેની ભૂકી રૂપે ભળેલું નીકળે છે. આ સુવર્ણ-મય ચકમક પૃથ્વીના પેટાળમાં છેક ૮ હજાર ફૂટ નીચેથી કાઢવામાં આવે છે. સોનાના આવા ખનીજમાં સોનું તેની સ્વતંત્ર સ્થિતિમાં નિર્ભેળ જ હોય છે, એટલે એ ખનીજમાંથી સોનું કાઢવાની રીત સહેલી છે. સોનું વજનમાં ભારે હોવાથી એ સુવર્ણમય ચકમકનો ખાંડેલો ભૂકો પાણીના પ્રવાહમાં ધોવામાં આવે છે, એટલે માટી ઇત્યાદિ પ્રવાહમાં



ચાલ્યાં જાય છે અને સોનું નીચે પડી રહે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન તેમાં પારો નાખવામાં આવે છે એટલે સોનાનું પારા સાથે પારદ-મિશ્રણ થાય છે. તેને ભેગું કરી શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. ધોવાણમાં જતું જૂજ સોનું પણ છટકી જવા દેવામાં આવતું નથી. સોનાવાળા કચરાના એ પાણીને પોટાશિયમ સાયેનાઈડ નામના રસાયન સાથે મેળવવાથી તેમાં રહેલા સોનાનો સાયેનાઇડ સાથે સંયુક્ત પદાર્થ બને છે, જેમાંથી પછી જસત વડે સોનું છુટ્ટું પાડી લઈને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.

રૂપું

સોનું ધાતુઓનો 'રાજા' છે: તો રૂપું–ચાંદી ધાતુઓની 'રાણી'

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. ઇ. સ. પૂર્વે ચાર હજાર વર્ષ પહેલાં બનાવેલાં રૂપાનાં ઘરેણાં ખાલ્ડિયાની શાહી કબરોમાંથી મળી આવ્યાં છે. ઘરેણાં અને ઘાટ માટે રૂપું સોનાથી બીજે નંબરે ઉપયોગમાં આવે છે. કેટલાક દેશો-માં રૂપું સોના કરતાં પણ કીમતી લેખાય છે.

રૂપું રંગે સફેદ હોય છે. રંગના આ એક અપવાદ સિવાય બીજી બધી રીતે રૂપું સોનાની સાથે મળતું આવે છે. બંને ધાતુઓના ગુણ-ધર્મ લગભગ સરખા છે. રૂપાનો મોટો દુશ્મન ગંધક્તિ વાયુઓ છે. આ વાયુવાળા વાતાવરણમાં રૂપાની ચીજો કાળી પડી જાય છે. કીમિયાગરો સોનાને જેમ સૂર્યની સાથે જોડતા તેમ રૂપાને ચંદ્રની સાથે જોડતા, કારણ કે ચાંદની અને રૂપાનો રંગ સામ્ય ધરાવે છે.

કુદરતમાં રૂપું સ્વતંત્ર ધાતુ રૂપે તેમજ બીજી ધાતુઓની સાથે સંયુક્ત સ્થિતિમાં મળી આવે છે. રૂપા અને સોનાની મિશ્ર ધાતુ—ઇલેકટ્રમમાંથી રૂપું કાઢવામાં આવે છે. દક્ષિણ આફ્રિકાની સોનાની ખાણોમાંથી નીકળતા સોનામાં આખરે ૧૦ ટકા રૂપું હોય છે.

પરંતુ દુનિયાનું અરધા ઉપરનું રૂપું રૂપાની ખાણોમાંથી નથી નીકળતું: પણ સીસા, જસત અને ત્રાંબાના ખનીજોમાંથી એ ધાતુઓ કાઢી લીધા પછી રહેલા કચરામાંથી તે શોધવામાં આવે છે. તેમાં રૂપું જૂજ પ્રમાણમાં હોય છે. છતાં રૂપાની કિંમતને લીધે તે કાઢવું પરવડે છે. એવો અડસટો કરવામાં આવ્યો છે કે એ રીતે કાઢેલું રૂપું ખાણમાંથી કાઢવામાં આવતા રૂપા કરતાં વધી જાય છે.

રૂપાની કિંમત બીજી ધાતુઓની પેદાશ પર આધાર રાખે છે. જો સીસું, જસત અને ત્રાંબાની માગણી ખૂબ રહે તો રૂપાનું ઉત્પા-દન વધે અને અર્થશાસ્ત્રના નિયમ અનુસાર તેની કિંમત ઘટે. રૂપું મુખ્યત્વે સિક્કાની બનાવટમાં વપરાય છે. દુનિયામાં પેદા થતા રૂપા-નો ચોથો ભાગ કળા-કારીગરી ને ઉદ્યોગમાં વપરાય છે. રૂપાનો પણ ગીલ્ટ (રસણુ) કરી શકાય છે અને રૂપાનો વરખ તો સોનાના વરખ

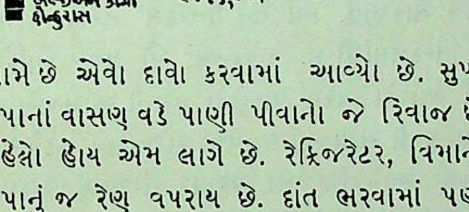
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરતાં પણ વધારે પાતળેા બનાવી શકાય છે. સેાનાની માફક રૂપામાંથી પણ ઘાટ–ઘરેણાં બનાવાય છે. દુનિયાભરમાં મેક્સિકેા સૌથી વધુ રૂપું પેદા કરે છે. તે પછી અમેરિકાનેા નંબર આવે છે. હિંદુસ્તાનમાં કયાં ય રૂપું નીકળતું નથી. બ્રહ્મદેશમાં તેની ખાણેા છે.

પણ રૂપાનેા ખરેખરેા મહત્તાપૂર્ણ ઉપયેાગ ફેાટેાગ્રાફીમાં થાય છે; અને સીનેમા–ઉદ્યોગની ખીલવણી પછી તેા આ ઉપયેાગમાં અત્યંત વૃદ્ધિ થઇ છે. સીનેમા અને ફેાટેાગ્રાફીમાં વપરાતી ફિલ્મેા, પ્લેઇટેા અને છાપવાના કાગળેામાં સિલ્વર હેલાઇડ અનિવાર્યપણે વપરાય જ છે, કેમકે રૂપાના આ ક્ષારેા પર પ્રકાશની અસર જલદી થાય છે. અને આજે સીનેમા અને ફેાટેાગ્રાફીનેા જે મબલખ ઉપયેાગ થઇ રહ્યો છે એ જોતાં તેા દુનિયામાં તેનેા ઉપયેાગ ઘણેા આગળ આવે. અમેરિકામાં તેા સરકારી ટ્રેઝરી ખાતા પછી વધુમાં વધુ રૂપું વાપરનાર કેાડાકની ફિલ્મેા ઉત્પન્ન કરનાર લેબેારેટરી છે.

રૂપાના વિધવિધ ક્ષારેા દવાએા તરીકે પણ વપરાય છે—ખાસ કરીને રૂપાનેા નાઇટ્રેટ. એક કરેાડ ભાગ પાણીમાં માત્ર એક જ ભાગ રૂપું હેાય તેા પણ પાણીમાં રહેલાં બધાં જંતુએા નાશ



પામે છે એવેા દાવેા કરવામાં આવ્યેા છે. સુખી હિંદુએાના ઘરેામાં રૂપાનાં વાસણ વડે પાણી પીવાનેા જે રિવાજ છે તેમાં ઉપરનેા મુદ્દો રહેલેા હેાય એમ લાગે છે. રેફ્રિજરેટર, વિમાનેા વગેરેની બાંધણીમાં રૂપાનું જ રેણ વપરાય છે. દાંત ભરવામાં પણ રૂપું કામ લાગે છે. કાચમાંથી દર્પણ બનાવવા માટે રૂપાનેા ઑાકસાઇડ વપરાય છે અને રૂપું સરસ વિદ્યુતવાહક હેાવાથી વીજળીનાં સાધનેાની બનાવટમાં પણ તેનેા ખૂબ ઉપયેાગ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૧

બોરિક ઍસિડ

બોરિક ઍસિડ ને બોરૅક્સ એટલે કે ટંકણખાર એ આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણા મહત્ત્વના પદાર્થો છે. એ બંને બોરોન નામના મૂળ તત્ત્વમાંથી ઉદ્ભવેલા છે. બોરૅક્સ એ બોરિક ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર છે. બોરિક ઍસિડના ક્ષારો બોરેટો કહેવાય છે.

બોરૅક્સ અને બોરિક ઍસિડ ઘરગથ્થુ ઉપયોગની અગત્યની ચીજો છે. ટંકણખાર તો ભારે પાણીને હલકું કરવા માટે, કપડાં ધોવાના સાબુની બનાવટમાં તથા એવા પરચુરણ કામ માટે સામાન્યત: દરેક ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાય જ છે. વાંદા અને કીડીઓના ઉપદ્રવ દૂર કરવા માટે પણ ટંકણખાર છાંટવામાં આવે છે. બોરિક પાવડરનો ઉપયોગ ઔષધમાં ખૂબ જાણીતો છે. તેનો મલમ ગુમડાં મટાડવા માટે વપરાય છે. આંખો દુખવા આવે ત્યારે તેને બોરિકના પાણીથી ધોવામાં આવે છે. પણ આ તો થયા તેમના ગૌણ ઉપયોગો. બોરિક અને બોરૅક્સ જુદાજુદા ઉદ્યોગોમાં એવા વિશાળ પ્રમાણમાં ઉપયોગમાં આવે છે કે તે જાણીને ઘણાને આશ્ચર્ય થાય.

જૂના કાળથી કીમિયાગરો બોરૅક્સ વાપરતા આવ્યા છે. પહેલાં તો તે તિબેટમાંથી અત્રે મોકલાતું. ત્યાં તેને 'તિન્કલ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ તિન્કલમાંથી ઈ. ૧૭૪૭માં સૌ પ્રથમ બોરિક ઍસિડ છૂટો પાડવામાં આવ્યો. ગરમ પાણીના ઝરાની આસપાસના તથા જ્વાળામુખીના પ્રદેશોની સમીપમાં આવેલાં સરોવરોને પડખેથી મોટે ભાગે બૉરેક્સ મળી આવે છે. આ સરોવરોનાં પાણી સુકાઈ જતાં જે જાડા પોપડા બાઝી જાય છે તેમાંથી બૉરેક્સ નીકળે છે.

આ ઉપરાંત બીજાં કુદરતી બોરેટોમાંથી પણ બોરૅક્સ બનાવાય છે. એમાં કૅલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ ઇત્યાદિ બોરેટોનો સમાવેશ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવા બોરેટોને સોડા સાથે ઉકાળીને બોરૅક્સ તૈયાર કરવામાં આવે છે. પરંતુ હાલ તો અમેરિકા છેલ્લાં ઘણાં વર્ષો થયાં બોરૅક્સના વેપાર પર મજબૂત કાબૂ ધરાવે છે. દુનિયાની પેદાશનો ૬૫ ટકા બોરૅક્સ જે અમેરિકા ઉત્પન્ન કરતું તેની ઉત્પત્તિ આજે તો વધીને ૯૪ ટકા સુધી પહોંચી છે. બાકીના ૬ ટકામાં આર્જેન્ટિના, ઈટાલી ને તુર્કી આવે છે.

બોરૅક્સનો મુખ્ય ઉપયોગ રસોડામાં ઉપયોગી કાચનાં વાસણો, નહાવાનાં ટબ, સૉસ પૅન વગેરે ચીજોને ઇનૅમલ (મીનો) ચડાવવામાં થાય છે. માટીનાં તેમજ ચીનીનાં વાસણો, ગ્લેઈઝડ નળિયાં, સંડાસમાં ઉપયોગી આરોગ્યમુલક સામાન, પાઈપો વગેરેની બનાવટમાં પણ ટંકણખાર તેમજ બોરિક પાવડર ખૂબ વપરાય છે. કાચના ઉદ્યોગમાં તો દિનપ્રતિદિન આ પદાર્થોનો ઉપયોગ વધતો જ જાય છે. ટંકણખારવાળો કાચ મજબૂત, વિશેષ ચકચકિત તેમજ ટકાઉ બને છે. તેવા કાચની બનાવટમાં રેતીના દર હજાર ભાગે ૧૫ થી ૫૦ ભાગ ટંકણખાર નાખવામાં આવે છે. 'પાઇરૅક્સ' તરીકે જાણીતા મશહૂર કાચની બનાવટમાં બોરિક અને રેતીનું ખાસ મિશ્રણ વપરાય છે. આવો કાચ ઉષ્ણતાના શીઘ્ર ફેરફાર થાય છતાં તૂટતો નથી. આવા બોરો-સિલિકેટ કાચ વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગશાળામાં વપરાતા કાચના સરંજામની બનાવટમાં વપરાય છે. સામાન્ય કાચની ચીમની ગરમ હોય ત્યારે તેના પર પાણીનો છાંટો પડતાં જ તે તૂટી જાય છે એ સૌનો અનુભવ છે. પણ બોરો-સિલિકેટ કાચ પર એમ થવાથી કાંઇ પણ અસર થતી નથી. તેવા કાચનો પ્રસરણાંક (co-efficient of expansion) એકદમ ઓછો હોય છે.

ટંકણખાર સૂતર ધોવામાં, રંગવામાં તથા ચામડાંની બનાવટમાં પણ પુષ્કળ વપરાય છે. કપડાંને ઇસ્ત્રી કરતી વખતે ચળકાટ આણવા લૉંડ્રિંગ કંપનીઓ તેનો જ ઉપયોગ કરે છે. કાગળ, પ્લાયવૂડ, પ્લાસ્ટર અને રંગરોગાનમાં કેસીનનો પટ મારવા માટે તેનું જે દ્રાવણ કરવામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવે છે તેમાં પણ ટંકણખારનો ઉપયોગ થાય છે. ૭૦ ટકા ટંકણખાર અને ૩૦ ટકા બોરિક ઍસિડનું પાણીમાં મિશ્રણ કરીને કાપડ, કાગળ કે લાકડા પર ચોપડવાથી તેમને અગ્નિવિરોધક (ફાયરપ્રૂફ) બનાવી શકાય છે. મિણબત્તીની દીવેટ સીધી રહે એ માટે તેને ટંકણખારમાં બોળવામાં આવે છે. ટંકણખારને ગરમ કરવાથી તે પીગળી જતો હોવાથી ધાતુઓના શોધનમાં તેનો ફ્લક્સ તરીકે ઉપયોગ થાય છે. કાંસું, ગજવેલ અને લોઢાના વેલ્ડિંગ, સોલ્ડરિંગ (રેણ) અને બ્રેઇઝિંગમાં તે પુષ્કળ વપરાય છે. ઓગાળેલા ટંકણખારમાં કેટલીક ધાતુઓના ક્ષારો નાખી ગરમ કરવાથી રંગીન પદાર્થો પેદા થાય છે; જેવા કે: ત્રાંબાના ક્ષારથી વાદળી, ક્રોમિયમ—લીલો, મૅન્ગેનીઝ—જાંબલી, કોબાલ્ટ–ઘેરો વાદળી, નીકલ–પીળો ભૂરો અને લોઢું–આછો લીલો. ડબ્બામાં ખોરાક સાચવવા માટે તથા જંતુવિનાશક તરીકે પણ ટંકણખાર તથા બોરિક ઍસિડ વપરાય છે. ઔષધોમાં પણ આ બંને ખૂબ વપરાય છે. નૃત્યગૃહોમાં ભોંયતળિયું લીસું રાખવા માટે તથા 'કૅરમબોર્ડ'ને સાફ રાખવા માટે બોરિક પાવડરનો ઉપયોગ થાય છે. 'સોડિયમ પર–બોરેટ' દંતમંજનમાં જંતુવિનાશક તરીકે તથા કોગળા કરવા માટે તેમજ બ્લીચિંગમાં પણ વપરાય છે. કૉસ્મેટિક પદાર્થોની બનાવટમાં પણ આ વસ્તુઓ ખૂબ ઉપયોગી છે. આપણા સમસ્ત જીવનમાં ટંકણખાર અને બોરિક ઍસિડની આવી વ્યાપક મહત્તા છે.

ટસ્કની(ઇટાલી)ના જ્વાળામુખી પ્રદેશોમાં જમીનમાંથી વરાળના ફુવારા છૂટે છે. આ ફુવારાની આસપાસ ચણતર કરી લેવાથી વરાળનું પાણી તેમાં ભેગું થાય છે. આ પાણીમાં બોરિક ઍસિડ હોય છે. તેને ઉકાળવાથી તેમાંથી બોરિક ઍસિડ છૂટો પડે છે ને તેને શુદ્ધ કરી વેચવામાં આવે છે. બોરૅક્સના દ્રાવણમાં હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ નાખવાથી પણ બોરિક ઍસિડ છૂટો પડે છે. બોરિક ઍસિડ યા અન્ય કોઇ બોરેટને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવી તેમાં દારૂ નાખી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સળગાવવાથી લીલી જ્યોત થાય છે. આ જ્યોત બોરિકની લાક્ષણિક કસોટી ગણાય છે. બોરિક ઍસિડને ગરમ કરવાથી તેમાંથી પાણી છૂટે છે, અને છેવટે નિર્જળો બોરિક (એન્હાઇડ્રાઇડ) રહે છે. આને મૅગ્નેશિયમ ધાતુ સાથે ગરમ કરવાથી બોરોન છૂટો પડે છે. બોરોન અ-ધાતુ (non-metal) છે. તેનો કાંઈ ખાસ ઉપયોગ નથી. પરંતુ તે ખૂબ સખ્ત પદાર્થ હોવાથી હીરાની ભૂકીની માફક પૉલિશ કરવાના સખ્ત પદાર્થ (abrasive) તરીકે તેનો ઉપયોગ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૨

કેટલાક ઉપયોગી ગૅસિઝ (વાયુઓ)

રેલવે સ્ટેશન પર પડેલાં લોઢાનાં મોટાં સિલિન્ડર (પીપ) કોણે નહિ જોયાં હોય? નાનાં ગામોમાં પણ આવાં સિલિન્ડર સોડા વૉટર બનાવનારાઓ મંગાવે છે અને તેમાં ભરેલો કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ પાણીમાં મેળવીને સોડા વૉટર અને એવાં બીજાં પીણાં તૈયાર કરે છે. અન્ય વાયુઓનાં પણ આવાં સિલિન્ડર મળે છે. આવા વાયુઓમાં હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન, હેલિયમ, ક્લોરિન, સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ, ઍમોનિયા, નાઈટ્રસ ઑક્સાઈડ, એસિટિલીન અને બીજા ઘણાનો સમાવેશ થાય છે. આ વાયુઓ જુદીજુદી રીતે અનેક ખપમાં આવે છે. ઉદ્યોગોમાં વાયુઓની આ ઉપયોગિતા વૈજ્ઞાનિકો અને ઇજનેરોના સહકારનું પરિણામ છે અને આધુનિક રાસાયનિક ઇજનેરની તે એક મહાન ફતેહ છે. વાયુઓ દ્રવ્યનું સાદામાં સાદું રૂપ છે અને આધુનિક યાંત્રિક સંસ્કૃતિમાં મનુષ્યે એ વાયુઓ પર પ્રભુત્વ મેળવવામાં જે કલ્પનાતીત સફળતા પ્રાપ્ત કરી છે, તે આ યુગની એક મહાન ઘટના છે. જે વાયુઓ અત્યાર સુધી નકામા ગણાતા તે હવે આપણા જીવનમાં અનેક રીતે ઉપયોગી થઈ પડ્યા છે.

ઉપર દર્શાવેલા ઉપયોગી વાયુઓના બે વિભાગ કરી શકાય: પ્રથમ વિભાગમાં પહેલા ચાર વાયુઓ (હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન ને હેલિયમ) આવે અને બીજા વિભાગમાં બાકીના બધા. વાયુઓને ઠંડા પાડી દબાણમાં રાખવાથી તેઓ પ્રવાહી સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. આ રીતે પ્રથમ વિભાગના વાયુઓને પ્રવાહી રૂપમાં લાવવા મુશ્કેલ કામ છે: જ્યારે બીજા વિભાગના વાયુઓનું સહેલાઈથી પ્રવાહી રૂપ કરી શકાય છે. પ્રથમ વિભાગના વાયુઓને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લોઢાનાં મોટાં પીપમાં ભરીને મોકલવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ તેથી તેનું ખર્ચ વિશેષ પડે છે, કારણ કે વાયુના પ્રમાણમાં પીપનું વજન વધી જાય છે; જ્યારે બીજા વિભાગના વાયુઓને પ્રવાહી બનાવી દૂરનાં સ્થળોએ થોડા ખર્ચે મોકલી શકાય છે. એ વાયુઓના અનેકવિધ ઔદ્યોગિક ઉપયોગો ઉપરાંત ઍમોનિયા અને સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ તો રેફ્રિજરેટરો (શીતવાહક યંત્ર)માં ગરમી ઓછી કરવાના સાધન તરીકે ખૂબ વપરાય છે. બરફ બનાવવા માટે પાણીને ઠંડું પાડવા પણ ઍમોનિયાનો ઉપયોગ થાય છે.

હવે આ વાયુઓના વિવિધ ઉપયોગો જોઈએ. હાઇડ્રોજન વાયુ ઍમોનિયાની બનાવટમાં, વેજીટેબલ ઘીની બનાવટમાં, કોલસામાંથી પેટ્રોલની બનાવટમાં અને એવા બીજા ઉપયોગી પદાર્થોની બનાવટમાં ખૂબ વપરાય છે. હાઇડ્રોજનને હવા અથવા ઑક્સિજનની સાથે મેળવી, એ મિશ્રણને યોગ્ય રીતે બાળવાથી ખૂબ ગરમી પેદા થાય છે. આને ઑક્સી–હાઇડ્રોજન-જ્યોત કહેવામાં આવે છે. તે જ્યોતની ઉષ્ણતા લગભગ ૨૮૦૦ ડિગ્રી હોય છે. અને તેની ગરમીમાં પ્લૅટિનમ ધાતુ જેવી ઊંચા ઉષ્ણતામાને પીગળતી ધાતુઓ પણ ઓગળી જાય છે. વળી હાઇડ્રોજન ખૂબ હલકો વાયુ હોવાથી બલૂનમાં ભરવામાં કામ આવે છે. પણ તેમાં કેટલીક વાર જોખમ રહેલું છે, કારણ કે હાઇડ્રોજન સહેજ અગ્નિ લાગતાં એકદમ સળગી ઊઠે તેવો દહનીય (combustible) વાયુ છે. આ જોખમ દૂર કરવા બલૂન માટે હવે હેલિયમ વાયુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, કેમકે હેલિયમ બીજા કોઇ પણ પદાર્થ સાથે રાસાયનિક સંયોજન કરી શકતો નહિ હોવાથી તે સળગવાની ભીતિ રહેતી નથી. ઈ. ૧૯૩૭માં હાઇડ્રોજનથી ભરેલા ‘હિંડેન્બુર્ગ’ વિમાન પર આવેલી ભયાનક આફત કોને યાદ નહિ હોય?

ઑક્સિજન વાયુ સ્વતંત્ર અવસ્થામાં આપણા વાતાવરણમાં રહેલો છે અને હાઇડ્રોજનની સાથે સંયુક્ત અવસ્થામાં પાણી રૂપે. મનુષ્ય આદિ જીવસૃષ્ટિનું આપણી પૃથ્વી પર અસ્તિત્વ તે જ ટકાવી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રાખે છે. એટલે જ તે પ્રાણવાયુ તરીકે ઓળખાય છે. ખાધાપીધા વિના માણસ રહી શકે, પણ શ્વાસ લીધા વિના ન જીવી શકે. અને આપણી શ્વાસોચ્છ્વાસની ક્રિયામાં ઑક્સિજન જ મુખ્ય ભાગ ભજવે છે.

ઈ. ૧૭૭૨માં શીલે (Scheele) નામના સ્વીડિશ રાસાયનિકે સૌ પહેલો ઑક્સિજન વાયુ વાતાવરણમાંથી જુદો પાડ્યો હતો. હવામાં બીજા વાયુઓના મિશ્રણ સાથે તેનું પ્રમાણ ૨૩ ટકા છે. સમુદ્રના પાણીમાં તે ખૂબ થોડા પ્રમાણમાં છે, પરંતુ એ જૂજ પ્રમાણ પણ દરિયાઈ પ્રાણીઓનું જીવન ટકાવી રાખે છે. એસિટિલીન વાયુ સાથે ઑક્સિજન મેળવીને તૈયાર કરેલા મિશ્રણને સળગાવવાથી પુષ્કળ ગરમી પેદા થાય છે. એ જ્યોતને ઑક્સી-ઍસિટિલીન જ્યોત કહેવામાં આવે છે ને તેનો ઉપયોગ ગજવેલ-પોલાદના કકડા સાંધવામાં (વેલ્ડિંગ કરવામાં) યા તેના પાટડાને કાપવામાં થાય છે. તેના ખનીજમાંથી લોઢું કાઢવામાં હવાને બદલે ઑક્સિજન અમુક પ્રમાણમાં ભઠ્ઠીમાં દાખલ કરવાથી કોલસાનો બચાવ થાય છે. ઑક્સિજન ઔષધમાં પણ ઉપયોગી છે. ગંભીર સ્થિતિના દર્દીનો શ્વાસોચ્છ્વાસ ટકાવવા તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વળી પ્રવાહી બનાવેલો ઑક્સિજન કોલસાની ભૂકી સાથે મેળવીને સ્ફોટક પદાર્થ તરીકે ઈજનેરી કામમાં વપરાય છે. ઑક્સિજન હવામાં હોવાથી હવાને દબાણમાં રાખી ઠંડી પાડવાથી હવાની સાથે તે પણ પ્રવાહી બને છે, અને પછી પ્રવાહી હવાને ફરી ધીમે ધીમે ઊડવા દેવાથી હવાના અન્ય અંશોમાંથી ઑક્સિજન જુદો પાડી શકાય છે. તેના બીજા ભાગ નાઈટ્રોજનને જુદો એકઠો કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ ઍમોનિયાની બનાવટમાં કે વિદ્યુતશક્તિ દ્વારા નાઈટ્રિક ઍસિડની બનાવટમાં થાય છે.

આવી રીતે ઑક્સિજન અને નાઈટ્રોજન કાઢી લીધા પછી હવાનો જોકે બહુ જ થોડો ભાગ બાકી રહે છે, પણ એટલી થોડી હવામાંયે પાંચ વાયુઓ અત્યંત અલ્પ પ્રમાણમાં આવેલા છે. તેમાં **આર્ગન** નામનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એક વાયુ હોય છે જે વીજળીના ગોળામાં ભરવા માટે વપરાય છે. આ ઉપરાંત હવાના એ બાકી રહેલા ભાગમાં **હેલિયમ, નિયૉન, ક્રિપ્ટન** અને **ઝિનોન** જેવા વિરલ વાયુઓ અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં હોય છે. તેમનો ઉપયોગ 'નિયૉન સાઈન' તરીકે જાહેરાતની નવી ને જાણીતી રીતમાં કરવામાં આવે છે. પાતળી કાચની નળીઓના જુદા જુદા આકારો કે અક્ષરો બનાવી, તેમાંથી હવા કાઢી લઈ, દબાણ ઓછું કરીને તેમાં વાયુઓ ભર્યા બાદ તેને વિજળી સાથે જોડવાથી તેમાંથી જુદા-જુદા રંગનો પ્રકાશ નીકળે છે નિયૉન વાયુમાંથી રાતો, આર્ગનમાંથી વાદળી, ક્રિપ્ટન ને ઝિનોનમાંથી આછો વાદળી ને હેલિયમમાંથી કીરમજી રંગનો પ્રકાશ નીકળે છે.

હેલિયમ વાયુ વાતાવરણમાં અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં છે. સૂર્ય ઉપર પણ તેનું અસ્તિત્વ છે: પૃથ્વીથી ઘણે ઊંચે સ્ટ્રેટોસ્ફીઅરમાં પણ તે છે: પણ ત્યાંથી તે મેળવવો મુશ્કેલ છે. આ સદીની શરૂઆતમાં અમેરિકામાં તેલના કૂવા ખોદતાં તેલને બદલે વાયુઓ નીકળ્યા; તેમાં બે ટકા હેલિયમ હતો. આ કુદરતી વાયુઓમાંથી હેલિયમ છૂટો પાડવાનું કાર્ય વેપારી પેઢીઓએ ઉપાડી લીધું, જેને પરિણામે આજે અમેરિકા અને કૅનેડા આ વાયુ મોટા જથ્થામાં બનાવે છે. હેલિયમ કાઢવાની શક્યતા તો આપણા દેશમાં પણ છે. ત્રાવણકોરમાં મળી આવતી મોનાઝાઈટ નામની જે વિપુલ રેતીમાંથી પેટ્રોમૅક્સના 'મેન્ટલ' બનાવવા માટે જરૂરી થોરિયમના ક્ષાર કાઢવામાં આવે છે તે મોનાઝાઈટના એક ગ્રામમાંથી એક ઘન સેન્ટિમીટર હેલિયમ નીકળે છે. દમના રોગીને શ્વાસ બહાર કાઢતાં નડતી મુશ્કેલી હેલિયમવાળી હવા આપવાથી દૂર થાય છે. હેલિયમ નાઈટ્રોજન કરતાં હલકો છે.

નાઇટ્રસ ઑક્સાઈડ વાયુને 'હસતો વાયુ' કહેવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ જ્ઞાનતંતુઓને બધિર બનાવવામાં થાય છે. પહેલાં દાંતના દાક્તરો દાંત કાઢતી વખતે તેનો ઉપયોગ કરતા; પણ હવે બીજા વિશેષ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્યક્ષમ પદાર્થો શોધાયાથી આ વાયુ ઓછો વપરાય છે.

કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ સોડા વૉટર બનાવવામાં વપરાય છે તે તો ઉપર જણાવાયું જ છે. એ વાયુને ઠંડો પાડી, ઘન સ્વરૂપ આપી શકાય છે. તેવો ઘન કાર્બન ડાયોક્સાઈડ 'સૂકો બરફ' કહેવાય છે, કેમકે ખૂબ ઠંડી ઉત્પન્ન કરતો હોવા છતાં જ્યારે તે પીગળે છે ત્યારે પ્રવાહી ન થતાં સીધો વાયુ જ બને છે. મુંબાઈમાં પહેલાં આવો બરફ મળતો હતો. પણ તેને અડવાથી ફોલ્લા ઊઠતા હોવાથી તે લોકપ્રિય ન થઈ શકયો. આ વાયુ આગ ઓલવવા માટે વપરાય છે.

એસિટિલીન વાયુનો ઉપયોગ હવે ઓછો થઈ ગયો છે, પણ હજુયે ફેરીઆઓ આવા દીવા વાપરે છે. પરંતુ એસિટિલીનની મહત્તા બીજી રીતે વધતી ગઈ છે. તેમાંથી આલ્કૉહૉલ, એસિટોન આદિ ઉપયોગી પદાર્થો બનાવાય છે. રબરની બનાવટમાં પણ તે ઉપયોગી છે. આ વાયુને ઑક્સિજન સાથે મેળવીને વેલ્ડિંગ કરવામાં અને લોઢું કાપવામાં કામમાં લેવાય છે એ તો ઉપર કહેવાઈ ગયું છે.

સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ગંધક બાળવાથી પેદા થાય છે. આ વાયુ ઝેરી છે અને તેનો ઉપયોગ જંતુવિનાશક તરીકે થાય છે. તે સલ્ફ્યુરિક એસિડની બનાવટમાં પણ કામ આવે છે.

ક્લોરીન વાયુ પીવાના પાણીને જંતુવિહીન બનાવવા માટે વપરાય છે. તે પણ ઝેરી છે. આધુનિક યુદ્ધોમાં વપરાતા 'ઝેરી વાયુઓ'ની બનાવટમાં આ વાયુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વળી ક્લોરીનમાં રંગ ઉડાડી દેવાનો ગુણ હોવાથી તેનો ઉપયોગ કાપડની મિલોમાં બ્લીચિંગમાં થાય છે. પણ તેમાં તે વાયુ રૂપે નથી વપરાતો, પરંતુ તેને ચૂના સાથે સંયોજી બ્લીચીંગ પાઉડર બનાવી, ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ પણ રેશમી કાપડને બ્લીચ કરવા માટે વપરાય છે. મીઠાના દ્રાવણમાં વિદ્યુત પસાર કરવાથી ક્લોરીન છૂટો પડે છે. આ ઉપરાંત બીજી રીતો વડે પણ ક્લોરીન બનાવી શકાય, જેમકે,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પોટાશિયમ પરમૅંગેનેટમાં મીઠાનો તેજાબ નાખવાથી ખૂબ ક્લોરીન પેદા થાય છે.

કાર્બન મૉનોકસાઇડ અત્યંત ઝેરી વાયુ છે. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ-ની માફક આ વાયુ સહેલાઈથી પ્રવાહી બનતો નથી. નિકલ ધાતુની સાથે આ વાયુ સહેલાઈથી સંયોજાય છે ને નિકલ કાર્બોનીલ નામનો પ્રવાહી પદાર્થ ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રવાહીને ગરમ કરવાથી શુદ્ધ નિકલ બને છે. નિકલના શુદ્ધીકરણમાં આ રીત અખત્યાર કરવામાં આવે છે.

ધગધગતા કોલસા પર હવા પસાર કરીને તૈયાર કરેલા વાયુ-ઓનું મિશ્રણ 'પ્રોડ્યુસર ગૅસ' તરીકે ઓળખાય છે ને તે બાળવાથી ખૂબ ગરમી આપે છે. આવાં બનાવટી વાયુમિશ્રણો બળતણ તરીકે હવે ખૂબ વપરાવા લાગ્યાં છે. વળી ધગધગતા કોલસા પર વરાળ પસાર કરવાથી 'વૉટર ગૅસ' પણ બને છે. આ બધા 'વાયુ-બળતણો' તરીકે ઓળખાય છે.

કેટલીક જગ્યાએથી ધરતીના પેટાળમાંથી વાયુઓ નીકળે છે. આ કુદરતી વાયુઓ પણ બળતણ તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે. પણ આવા વાયુઓનો વિસ્તૃત ઉપયોગ થઈ શકતો નથી, કારણ કે તેમને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ મોકલવામાં મુશ્કેલી નડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૩

ઍમોનિયા

આ પુસ્તકના અગાઉના પ્રકરણમાં આલ્કલી સંબંધે સામાન્ય ઉલ્લેખ આવી ગયો છે. તેમાં ઍમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (ઍમોનિયાનું પાણીમાં દ્રાવણ) સંબંધી સાધારણ માહિતી આવી ગઇ છે. પ્રાચીન કાળમાં કીમિયાગરો આ દ્રાવણ બનાવતા. એટલે ઍમોનિયા પરત્વેનું આપણું જ્ઞાન ઘણા જૂના વખતથી છે. ઇજિપ્તમાં ઍમોનના મંદિરનાં ખંડિયેરો નજીક લીબિયાના રણમાં ઊંટના છાણને બાળીને ઍમોનિયાનો ક્ષાર–નવસાર–બનાવવામાં આવતો. આ કારણે જ તેનું નામ ઍમોનિયાનો ક્ષાર એવું પાડવામાં આવેલું છે. ગ્રીક ભાષામાં 'એમ્મોસ' એટલે રેતી એવો અર્થ પણ થાય છે. હાડકાં, ખરીઓ અને શિંગડાં આદિ પદાર્થોને બંધ વાસણોમાં ખૂબ ગરમ કરીને અથવા કોહવાઈ ગયેલું મૂત્ર આસવીને ઍમોનિયાનો બીજો ક્ષાર–ઍમોનિયમ કાર્બોનેટ–તૈયાર કરવામાં આવતો. તે ઊડણ ક્ષાર અથવા ઊડણ આલ્કલીના નામથી ઓળખાતો. તેને ચૂના સાથે ગરમ કરીને તેમાંથી ઍમોનિયા છૂટો પાડી તેનું પાણીમાં દ્રાવણ તૈયાર કરવામાં આવતું. પરંતુ ઇ. ૧૭૭૪માં પ્રીસ્ટલેએ શુદ્ધ ઍમોનિયા વાયુ બનાવીને તેને પારા ઉપર એકઠો કર્યો અને તેના ગુણધર્મનો અભ્યાસ કરી તેનું નામ પાડ્યું 'આલ્કેલાઇન હવા'. તે વાયુ શાનો બનેલો છે તે શોધી કાઢવા તેમાં વીજળીના તણખા પસાર કરીને તેનું વિઘટન કરવામાં આવ્યું. એ ઉપરથી નક્કી થયું કે ઍમોનિયા એ નાઇટ્રોજન અને હાઇડ્રોજન એ બે વાયુનો બનેલો પદાર્થ છે, જેમાં નાઇટ્રોજન એક ભાગ અને હાઇડ્રોજન ત્રણ ભાગના પ્રમાણમાં છે.

આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઍમોનિયાની મહત્તા ખૂબ વ્યાપક છે. આપણું અસ્તિત્વ જ તેને આભારી છે એમ કહેવામાં અતિશયોક્તિ બિલકુલ નથી. આપણું જીવન જેને આધારે ટકી રહે છે તે ખોરાકના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જરૂરી ધનધાન્યની ઉત્પત્તિમાં ઍમોનિયમ યુક્ત પદાર્થો અનિવાર્ય રીતે જરૂરી છે. ખેતીમાં આ ઍમોનિયાવાળા પદાર્થો જ ખાતર તરીકે મોટા પ્રમાણ-માં વપરાય છે. આ મુખ્ય ઉપયોગ ઉપરાંત ઍમોનિયા-વાળા પદાર્થોના બીજા પણ અનેક ઉપયોગો છે. દા. ત. રંગવામાં, કાપડ છાપવામાં, ફોટોગ્રાફીમાં, બેકિંગ પાઉ-ડરની બનાવટમાં ઇત્યાદિ અનેક નાનામોટા કાર્યમાં તે વપરાય છે.

જર્મન વૈજ્ઞાનિક હાબર

ઍમોનિયા કુદરતમાંથી મોટા પ્રમાણમાં મળી આ-વતો નથી. વાતાવરણમાં તો તેનો જૂજ અંશ હોય છે. જ્વાળામુખીવાળા પ્રદેશોમાં નવસાગર, ઍમોનિયમ સલ્ફેટ જેવા તેના ક્ષારો મળી આવે છે. મનુષ્યના લોહી તેમજ પેશાબમાં ઍમોનિયાના ક્ષારો હોય છે. પુખ્ત વયના માણસના શરીરમાંથી ચોવીસ કલાકમાં ૨૨-૩૭ ગ્રામ યુરિયા નામનો પદાર્થ પેશાબવાટે નીકળે છે, જેમાં ૧૨–૨૦ ગ્રામ ઍમોનિયા હોય છે, જે વરસ દહાડે લગભગ ૯ થી ૧૭ રતલ થયો.

કૃત્રિમરીતે ઍમોનિયા બનાવવાની અનેક પદ્ધતિઓ શોધી કાઢ-વામાં આવી છે. નાઇટ્રોજન અને હાઇડ્રોજન વાયુના મિશ્રણમાં વીજળીના તણખા પસાર કરવાથી ઍમોનિયા પેદા થાય છે. પરંતુ

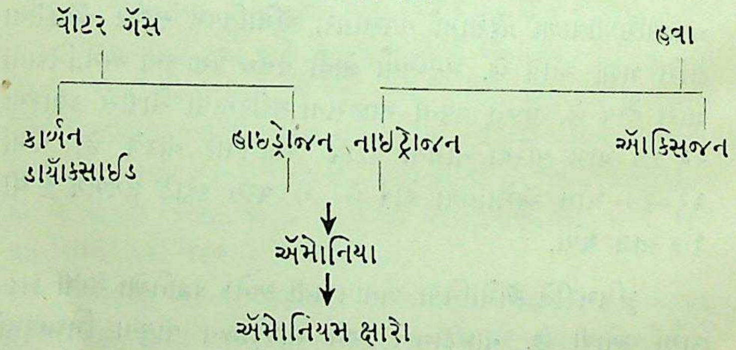
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ ક્રિયા દ્વિમુખી હોવાથી પેદા થએલા ઍમોનિયાનું પાછું વિઘટન થવા માંડે છે, એટલે પરિણામે માત્ર ૬ ટકા જ ઍમોનિયા આ ક્રિયાથી મેળવી શકાય છે. આ ક્રિયામાં જો ઉલટી પ્રક્રિયા અટકાવી શકાય તો વિશેષ પ્રમાણમાં ઍમોનિયા પેદા થઈ શકે. તે માટે જર્મન વૈજ્ઞાનિક હાબરે એક નવી જ રીત શોધી કાઢી. તે રીતમાં નાઇટ્રોજન ને હાઇડ્રોજનનું ૧ : ૩ના પ્રમાણમાં મિશ્રણ લઇને સંસર્ગપદાર્થ(catalyst)ની હાજરીમાં ભારે દબાણ હેઠળ તેમનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. સંસર્ગપદાર્થને લીધે ક્રિયા ઓછી ઉષ્ણતાએ પણ ઝડપથી આગળ વધે છે ને ભારે દબાણને કારણે ઍમોનિયાનું વિઘટન બહુ જ ઓછું થાય છે. પરિણામે ઍમોનિયા ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં બને છે. હાબરના માનમાં આ રીત 'હાબર રીત' તરીકે સુપ્રસિદ્ધ છે.

ઍમોનિયાની બનાવટની બીજી રીતમાં કૅલશિયમ કાર્બાઈડ વપરાય છે. તેને ૧૧૦૦ ડિગ્રીએ ગરમ કરીને તેના પરથી નાઇટ્રોજન પસાર કરવાથી, કૅલશિયમ સાયેનામાઈડ બને છે. અને તેના પર વરાળ પસાર કરવાથી ઍમોનિયા વાયુ છૂટો પડે છે. એ રીતે ઍલ્યુમીનિયમ નાઈટ્રાઈડમાંથી પણ ઍમોનિયા તૈયાર કરાય.

હાબર રીત



ખનીજ કોલસામાંથી કૉલ-ગૅસ બનાવતી વખતે ઍમોનિયા અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેના ક્ષારો ઉપ-પેદાશ તરીકે મળે છે. એક ટન કોલસામાંથી ૨૦-૨૫ રતલ ઍમોનિયા સલ્ફેટ મળે છે. આનું કારણ એ છે કે કોલસો ભૂસ્તરીય કાળની વનસ્પતિના અસ્મીભૂત અવશેષ હોવાથી વનસ્પતિમાં રહેલો નાઇટ્રોજન આશરે એક ટકા જેટલા પ્રમાણમાં કોલસામાં પણ હોય છે, જે ઉપરની ક્રિયામાં ઍમોનિયા રૂપે છૂટો પડે છે. વળી ઍમોનિયાના ક્ષારને ચૂના સાથે ગરમ કરવાથી પણ ઍમોનિયા વાયુ છૂટો કરી શકાય છે.

ઍમોનિયા એ એક રંગવિહીન વાયુ છે: તેને ખૂબ લાક્ષણિક ગંધ હોય છે. થોડા પ્રમાણમાં સુંઘાડવાથી હૃદય ઉત્તેજિત બને છે, પણ શ્વાસમાં જો તે ખૂબ લેવાય તો ઝેરી નીવડે છે ને આંખોમાં જાય તો નુકસાન કરે છે. ઍમોનિયા પાણીમાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં દ્રાવ્ય છે. તેને ઠંડો પાડી દબાણમાં રાખવાથી તે પ્રવાહી રૂપ (liquid)બને છે. આ પ્રવાહી અમોનિયા રેફ્રીજરેટરમાં તેમજ બરફનાં કારખાનાંમાં ઠંડી પેદા કરનાર પદાર્થ તરીકે મોટા પ્રમાણમાં વપરાય છે. તેનો બીજો મોટો ઉપયોગ મીઠામાંથી સોડા બાઇકાર્બોનેટ બનાવવામાં થાય છે. આ રીત 'સોડા ઍમોનિયા રીત' અથવા તેના શોધક સૉલ્વેના માનમાં 'સૉલ્વે પદ્ધતિ' તરીકે ઓળખાય છે.

ઍમોનિયા રાતા રંગના લિટમસ કાગળને વાદળી બનાવે છે. હળદરના દ્રાવણમાં બોળેલો કાગળ ઍમોનિયાની હાજરીમાં કાળોભૂરો થઈ જાય છે. બંધિયાર પાણીમાં વનસ્પતિ, કચરો કે મેલું નાખવામાં આવે તો એ વસ્તુઓના સડવાથી ઍમોનિયા તથા તેના સંબંધિત બીજા પદાર્થો પેદા થાય છે. આવું પાણી પીવું નુકસાનકારક છે. પાણીમાં ઍમોનિયાની હાજરી છે કે નહિ તે તપાસવા 'નેસ્લર રી-એજન્ટ' નામનો પ્રવાહી નાખવાથી ખબર પડે છે. જો ઍમોનિયા હોય તો પાણીમાંથી ભૂરો રંગ યા કોઈ પદાર્થ પેદા થાય છે.

ઍમોનિયાને સંસર્ગ-પદાર્થ (પ્લૅટિનમ)ની હાજરીમાં ઑક્સિજન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કે હવા સાથે ગરમ કરવાથી નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઈડ બને છે. આ ઑક્સાઇડને પાણીમાં મેળવીને નાઇટ્રિક ઍસિડ બનાવાય છે, જે દારૂગોળાની બનાવટમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. પ્રથમ મહાયુદ્ધ વખતે જર્મનીને ચીલીના નાઇટ્રેટ મળતા બંધ થયા અને દારૂગોળાની બનાવટમાં મુશ્કેલીઓ ઊભી થઈ, ત્યારે તેણે પોતાને જરૂરી નાઇટ્રેટ ઉપર મુજબ ઍમોનિયામાંથી બનાવવાની શોધ કરી. આ શોધે જર્મનીને યુદ્ધ સંચાલનમાં મોટી મદદ કરેલી. યુદ્ધ પછી બધા દેશોએ આ શોધનો ઉપયોગ ખેતી માટે ખાતર પેદા કરવા સારુ કરવા માંડ્યો.

ઍમોનિયા આલ્કલી છે. એટલે ઍસિડ સાથે તેને સંયોજવાથી તેના ક્ષારો બને છે, જે પણ ખૂબ ઉપયોગી છે. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવવાથી ઉત્પન્ન થતો ક્ષાર ઍમોનિયમ સલ્ફેટ કહેવાય છે. આ ક્ષાર બનાવટી ખાતર તરીકે ખૂબ જ વપરાય છે. આપણા દેશમાં આ સલ્ફેટ બનાવવા સરકારે બિહારમાં એક મોટું કારખાનું કાઢ્યું છે. ત્રાવણકોરમાં પણ એક આવું કારખાનું ચાલુ થયું છે. હિંદમાં અનાજની ઉત્પત્તિ વધારવા માટે જમીનમાં વિશેષ ખાતર નાખવાની અગત્ય સૌ કોઇ સ્વીકારે છે. એટલે આ દિશામાં આ પગલું અત્યંત સ્તુત્ય છે. ઍમોનિયમ નાઇટ્રેટ નામનો ઍમોનિયાનો બીજો ક્ષાર પણ ખૂબ ઉપયોગી ખાતર છે. ઍમોનિયમ ફૉસ્ફેટ સાકરના શુદ્ધીકરણમાં વપરાય છે. ઍમોનિયમ ક્લોરાઇડ દવામાં, રેણ કરવામાં, કલાઇ કરવામાં, રંગવામાં ઇત્યાદિ અનેક ઉપયોગમાં આવે છે. તેને 'સાલ ઍમોનિયાક' પણ કહે છે. ઍમોનિયમ કાર્બોનેટ અથવા ઍમોનિયા કાર્બ, માણસ ગભરાઇ ગયો હોય અને નબળાઇ વર્તાતી હોય ત્યારે સુંઘાડવામાં આવે છે. વળી ઊન ધોવામાં, કાપડ રંગવામાં તથા બેકિંગ પાઉડર ને સ્મેલિંગ સૉલ્ટની બનાવટમાં પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. ઍમોનિયમ સલ્ફોસાયેનાઇડ નામનો ક્ષાર કાપડના રંગાટ અને છાપવામાં વપરાય છે. ઍમોનિયમ સલ્ફેટના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દ્રાવણમાં વીજળીનો પ્રવાહ પસાર કરીને (electrolysis) તેમાંથી બનાવાતો ઍમોનિયમ પરસલ્ફેટ ઑક્સાવતા પદાર્થ તરીકે તથા ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે.

આમ, ઍમોનિયા દ્વિ-મુખી કાર્ય કરે છે. શાંતિના કાળમાં તે અને તેમાંથી બનાવેલા પદાર્થો અનેક રીતે ઉપયોગી થઇ મનુષ્ય-જીવનને સમૃદ્ધ કરે છે; તો યુદ્ધકાળમાં તેનો ઉપયોગ દારૂગોળા માટે આવશ્યક નાઇટ્રેટ બનાવવા વાસ્તે થતો હોવાથી તે મનુષ્યજીવનનો સર્વનાશ પણ કરે છે. આ રીતે ઍમોનિયા આપણા રોજિંદા જીવનમાં સંયોગાનુસાર નિતનવી સૃષ્ટિ રચતા બ્રહ્માનું અને તે જ સૃષ્ટિનો નાશ કરતા શિવનું એમ સંયુક્ત કાર્ય કરે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૪

સાબુ અને ગ્લિસરીન

સાબુની જરૂરિયાત આજે એટલી અનિવાર્ય બની છે કે કોઈ પણ દેશની આધુનિક સંસ્કૃતિનો ચોક્કસ આંક તે દેશમાં થતી સાબુની વપરાશ પરથી નીકળી શકે એમ જે ગમ્મતમાં કહેવાય છે તે આજે એકરીતે યોગ્ય પણ છે. એક સમય એવો પણ હતો કે જ્યારે સાબુ મોજશોખની અનાવશ્યક વસ્તુઓમાં લેખાતો; પણ આજે તો સાબુ આપણા જીવનમાં રોજિંદા વપરાશની જરૂરિયાતની ઉપયોગી ચીજ બની ગઈ છે. પ્રત્યેક સંસ્કારી દેશમાં આજે સાબુની બનાવટ માટે મોટા ઉદ્યોગો ચાલે છે. રાસાયનિક સંશોધન દ્વારા આજે સાબુની બનાવટમાં ખૂબ પ્રગતિ થઈ છે. પહેલાંના વખતમાં ચરબી અને એવા પદાર્થોનો સાબુની બનાવટમાં ઉપયોગ થતો; અને આજે પણ યુરોપ અને અમેરિકામાં કતલખાનાનો કચરો સાબુની બનાવટમાં વપરાય જ છે. તેમ છતાં આજનો મોટા ભાગનો સારો સાબુ વનસ્પતિ-તેલોમાંથી જ બનાવાય છે.

વનસ્પતિજન્ય તેલોના મુખ્ય બે વિભાગો પડે છે: પ્રથમ વિભાગમાં કોપરેલ, મગફળી, કુસુંબી, કપાસીઆનું તેલ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે અને બીજા વિભાગમાં યુકૅલિપ્ટસ, ટર્પેન્ટાઈન, લીંબુ-નારંગીનું તેલ વગેરે દવામાં વપરાતાં તેલો આવે છે. પ્રથમ વિભાગનાં તેલોનું રાસાયનિક સ્વરૂપ એકસરખું હોય છે, એવું પ્રતિપાદન ફ્રાંસના પ્રસિદ્ધ રાસાયનિક શેવ્રુલે (Chevreul) કરેલું. તેણે પુરવાર કર્યું કે જુદાજુદા ચરબી-તેજાબો (Fatty acids) જેવા કે પામાટિક, સ્ટીઍરિક, ઓલિઇક ઍસિડનું ગ્લિસરીન સાથે રાસાયનિક સંયોજન થવાથી તેલ યા ચરબીના જેવા પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે. આવ ગ્લિસરીનયુક્ત પદાર્થો ગ્લિસેરાઇડો કહેવાય છે. ટૂંકામાં, કોઈ પણ તેલ યા ચરબી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એટલે જુદાજુદા ગ્લિસેરાઇડોનું મિશ્રણ. આવાં તેલો સ્થિર તેલો (Fixed oils) કહેવાય છે અને ખાવા માટે વપરાય છે. આ તેલો ગ્લિસેરાઇડો હોવાથી તેમાંથી ગ્લિસરીન કાઢવા માટે પણ ઉપયોગી પદાર્થો બને છે. આથી ઉલટું, બીજા વિભાગનાં તેલોનું રાસાયનિક સ્વરૂપ તદ્દન જુદા પ્રકારનું હોય છે. આ વર્ગનાં તેલો સુગંધિત હોઇ સહેલાઇથી ઊડી જાય તેવાં હોય છે. આથી તેમની ગંધ હવામાં ફેલાય છે અને તેથી તે ઊડણ તેલો (Essential oils) કહેવાય છે. આ તેલોમાંનો સુગંધિત પદાર્થ જુદો પાડીને તેલ-અત્તરની બનાવટમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. સાબુને સુગંધિત બનાવવા માટે પણ આ તેલો કામમાં આવે છે. પરંતુ સાબુની બનાવટમાં તો પ્રથમ વિભાગનાં જ તેલો જરૂરી છે.

સાબુ એટલે જુદાજુદા ચરબી-તેજાબોના સોડિયમ યા પોટાશિયમનો ક્ષાર યા તેમનું મિશ્રણ. આ ક્ષાર પાણીમાં દ્રાવ્ય હોઇ તેનામાં મેલ સાફ કરવાનો અદ્વિતીય ગુણ રહેલો છે. આ કામ માટે બીજા પદાર્થો પણ વાપરી શકાય. પરંતુ ચામડી, કાપડ કે બીજી એવી મુલાયમ ચીજોને નુકસાન કર્યા વિના સાફ કરી શકે એવી કોઇ ચીજ હોય તો તે સાબુ જ છે

સોડિયમને બદલે બીજી ધાતુઓના ક્ષારવાળા સાબુ પણ બનાવાય છે: જેવા કે કૅલશિયમ, ઍલ્યુમીનિયમ, સીસું વગેરે ધાતુઓના સાબુ પણ આ બધા સાબુઓ પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોવાથી તે ધોવાના ખપમાં નથી આવતા. તેમનો ઉપયોગ ઊંજણાં, રંગરોગાન અને એવાં બીજા કાર્યોમાં થાય છે.

સાબુની બનાવટ તો જાણીતી છે. ચરબી કે તેલને કૉસ્ટિક સોડાના દ્રાવણ સાથે ગરમ કરવાથી સાબુ તૈયાર થાય છે. આ ક્રિયા સાબુકરણ (saponification) કહેવાય છે. સાબુકરણની આ ક્રિયામાં બે પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે: એક સાબુ અને બીજું ગ્લિસરીન. તે પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે થાય છે: પ્રથમ તેલ યા ચરબીમાં આવેલા ગ્લીસેરાઇડોનું વિઘટન થઇ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચરબી-તેજાબ અને ગ્લીસરીન છુટાં પડે છે.તેમાંનો ચરબી-તેજાબ કૉસ્ટિક સોડાની સાથે સંયોજાઇને તેનો સોડિયમ ક્ષાર બને છે. આ ક્ષાર તે સાબુ. અને બીજો ભાગ ગ્લીસરીન પાણીમાં ખૂબ દ્રાવ્ય હોવાથી તેનું દ્રાવણ બની જાય છે. આમ, સાબુની બનાવટમાં ગ્લીસરીન પણ એક ગૌણ પદાર્થ તરીકે પેદા થાય છે. સાદી ભાષામાં, સાબુકરણની ક્રિયાવડે તેલમાંથી ઉત્પન્ન થતાં સાબુ અને ગ્લીસરીન એ બે પદાર્થો જોડિયાં બાળકો જેવા છે.

આમાંથી પહેલાં ગ્લીસરીન વિષે જોઇએ. ૧૭૭૯માં શીલે નામના વૈજ્ઞાનિકે ઑલિવ તેલને મુર્દારાસગ (litharge) સાથે ગરમ કરીને તેનું વિઘટન કરેલું. તેમાંથી અદ્રાવ્ય પદાર્થો જુદા કાઢી લીધા પછી જે પ્રવાહી બાકી રહ્યું તેનો સ્વાદ તેને મીઠો લાગ્યો. એ ગ્લીસરીન હતું. પછી તો ઉપર જણાવ્યા મુજબ શેવ્રૂલે બતાવી આપ્યું કે કોઇ પણ તેલ કે ચરબીમાંથી ગ્લીસરીન મેળવી શકાય છે.

આ સિવાય ખાંડને યીસ્ટ વડે આથીને દારૂ બનાવવાની ક્રિયામાં પણ લગભગ ૨·૫ ટકા ગ્લીસરીન પેદા થાય છે. ગ્લીસરીનનો ઉપયોગ જેમજેમ વધતો ગયો તેમતેમ તેની બનાવટ માટે નવીનવી રાસાયનિક રીતો યોજવામાં આવી છે. તેની વિગતોમાં આપણે ન ઊતરતાં મુખ્યત્વે સાબુમાંથી ગ્લીસરીન કેવીરીતે મેળવવામાં આવે છે તે જોઇએ. સાબુ થઈ ગયા પછી ઘાણમાં મીઠું ઉમેરવામાં આવે છે. આથી સાબુ ઉપર તરે છે અને ગ્લીસરીન નીચેના પાણીમાં રહી જાય છે. તે પાણીમાં ૫ થી ૮ ટકા ગ્લીસરીન હોય છે. થોડાં વર્ષો પહેલાં આ દ્રાવણનો ઉપયોગ કોઈ જાણતું ન હતું અને તેને ફેંકી દેવામાં આવતું. પણ આજે તો સાબુની બનાવટનો નકામો ગણાતો આ ભાગ (spent lyes) ગ્લીસરીનની પેદાશનું એક મુખ્ય સાધન થઇ પડયું છે. રસાયનશાસ્ત્ર ધૂળમાંથી સોનું કેવીરીતે બનાવે છે તેનું આ એક ઉદાહરણ છે. આ નકામા ભાગમાં ખૂબ મીઠું, થોડો કૉસ્ટિક સોડા અને બીજા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પદાર્થો હોય છે. તે દૂર કરવા માટે પ્રથમ તેમાં તેજાબ નાખવામાં આવે છે. પછી તેને ગાળી નાખીને અદ્રાવ્ય કચરો કાઢી નંખાય છે. ત્યાર બાદ તે દ્રાવણને હવા કાઢી લીધેલા બંધ વાસણમાં ઓછા દબાણ હેઠળ ઉકાળવામાં આવે છે. આથી મીઠું જુદું પડી જાય છે, જે ફરી વાપરી શકાય છે. પછી તે ગ્લિસરીનયુક્ત દ્રાવણને અતિશય ગરમ કરેલી વરાળ વડે આસવવામાં આવે છે. છેવટે આ પાણીવાળા આસવને નિર્વાતક વાસણોમાં વરાળ વડે ઉકાળવાથી ગ્લિસરીન તૈયાર થાય છે. આ ગ્લિસરીનને ખુલ્લા વાસણમાં ઉકાળવાથી તેનું વિઘટન થાય છે અને તેમાં રંગીન પદાર્થો પેદા થાય છે.

ગ્લિસરીનના ઉપયોગો અનેકવિધ છે: તેની સાથે ફૉસ્ફૉરિક ઍસિડનું સંયોજન કરવાથી ગ્લિસરો-ફૉસ્ફૉરિક ઍસિડ બને છે, જેના ક્ષાર ઔષધમાં ટૉનિક તરીકે વપરાય છે. ઇસ્ટન સીરપ જેવી દવાઓમાં આ જ ક્ષાર હોય છે. વળી, કૉપીઇંગ ઇન્ક(શાહી)તથા વૉટર કલરના રંગોની બનાવટ ઉપરાંત, પારદર્શક સાબુ, બુટ-પૉલિશ, બનાવટી રેશમ, સેલો-ફેઈન, છાપવાની શાહી, કાગળની બનાવટ વગેરે અનેક ઉપયોગોમાં ગ્લિસીરીન ખપ લાગે છે. મોટરના રૅડીએટરમાં તથા ગૅસ માપવાના મીટર-માં પણ પાણી ઠંડીને લીધે ઠરી ન જાય તે માટે સાથે ગ્લિસીરીન નાખવામાં આવે છે. મોટરની હાઇડ્રૉલિક બ્રેકમાં પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે.

પણ ગ્લિસરીનનો સૌથી મહત્ત્વનો ને વ્યાપક ઉપયોગ તો દારૂ-ગોળાની બનાવટમાં થાય છે. તેના પર નાઇટ્રિક ઍસિડની પ્રક્રિયા કરીને બનાવેલા નાઇટ્રોગ્લિસરીનને ગરમી આપવાથી ભયંકર ધડાકો થાય છે. ૩ ભાગ નાઇટ્રો-ગ્લિસરીન અને ૧ ભાગ કીસલગુર રેતી મેળવવાથી ડાયનેમાઇટ બને છે. આ મહાવિનાશકારી શોધ સ્વીડનના સુપ્રસિદ્ધ નોબેલ પ્રાઇઝના સંસ્થાપક આલ્ફ્રેડ નોબેલ નામના ઇજનેરે કરી હતી. કોરડાઇટ નામના બીજા સ્ફોટક પદાર્થમાં ૧૮ ભાગ નાઇટ્રો-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગ્લિસરીન હોય છે. આમ, યુદ્ધ માટે ગ્લિસરીન એક અત્યંત મહત્ત્વનો પદાર્થ છે.

દવાની બનાવટમાં પણ ગ્લિસરીન વપરાય છે: ગ્લિસરીન ટૅનિક ઍસિડ, ગ્લિસરીન બોરીક ઍસિડ તો દવા તરીકે પણ ખૂબ જાણીતા છે.બાળકને આંતરડાંમાં મળ જામી ગયો હોય ત્યારે ગ્લિસરીનની પિચકારી આપવાથી મળ છૂટે છે અને તેને આરામ થાય છે. વળી દ્રાવક તરીકે પણ ગ્લીસરીન ખૂબ કીમતી છે. તે હવામાંથી ભેજ ચૂસે છે. શિયાળામાં ચામડી ફાટી જાય ત્યારે ગ્લિસરીન ચોપડવાથી ફાયદો થાય છે. સૌંદર્ય-સાધનો(કૉસ્મોટિક)ની બનાવટમાં પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. તેનો ગળ્યો સ્વાદ સૌ કોઇને જાણીતો છે. શુદ્ધ ગ્લિસરીનને ઠંડું કરવાથી તેના સ્ફટિકો બને છે અને તેમનું ગલનબિંદુ ૧૭° ડિગ્રી હોય છે.

આપણા દેશમાં સાબુનાં ઘણાં કારખાનાં છે, તથા ગૃહ-ઉદ્યોગ તરીકે પણ સાબુની બનાવટ ખૂબ થાય છે; છતાં તેમાંથી ઉત્પન્ન થતા ગ્લિસરીનનો લાભ કોઈ લેતું નથી, કેમકે ગ્લીસરીન બનાવવાની રીત જરા મુશ્કેલ હોઇ તેમાં પૈસા પણ સારી રીતે રોકવા પડે એમ છે. આથી આપણો બધો ગ્લિસરીન નકામો જાય છે. હિંદમાં માત્ર બે જગ્યાએ જ ગ્લિસરીન બનાવાય છે: એક બંગાળમાં લીવર બ્રધર્સ લિમિટેડ(ઇન્ડિયા)માં અને બીજું ધી તાતા ઑઇલ મિલ્સ કંપની લિમિટેડમાં. યુદ્ધકાળમાં તેમનો બધો ગ્લિસરીન સરકાર લઇ લેતી. પણ હવે તેમનો માલ બજારમાં દેખાવા લાગ્યો છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૫

સાબુ

સાબુની બનાવટ માટે બે રીતો પ્રચલિત છે: એક ગરમ રીત (Hot Process) ને બીજી ઠંડી રીત (Cold Process). સામાન્ય નહાવા–ધોવાના સાબુની બનાવટમાં પહેલી રીત પ્રચલિત છે અને ખાસ જાતના સાબુઓ બીજી રીતથી તૈયાર થાય છે.

ગરમ રીતમાં શંકુ આકારના તળિયાવાળા ગજવેલના મોટા તાવડામાં ૧૨·૬થી ૧૪·૪ ટકા કૅાસ્ટિક સોડાનું દ્રાવણ ભરીને તેમાં પ્રમાણની ગણતરીએ તેલ કે ચરબી નાખવામાં આવે છે. નીચે કાણાંવાળી પાઈપ હોય છે, જેમાંથી વરાળ દાખલ કરવામાં આવે છે. આથી અંદરના મિશ્રણને જરૂરી ગરમી મળે છે. ચાર કલાક સુધી આ રીતે ગરમી આપવાથી સાબુ તૈયાર થાય છે. ત્યાર બાદ તેમાં મીઠું નાખીને સાબુ જુદો પડે ત્યાં સુધી ઉકાળવામાં આવે છે. આમ થવાથી નીચેના ભાગમાં ગ્લિસરીન ને મીઠાનું પાણી ભેગું થાય છે અને ઉપર સાબુ તરે છે. ગ્લીસરીનવાળું પાણી કાઢી લઈને તેનો ઉપયોગ ગ્લીસરીનની બનાવટ માટે કરવામાં આવે છે.

ઠંડી રીતમાં તેલને થોડું ગરમ કરી લઈ તેમાં કૅાસ્ટિક સોડાનું દ્રાવણ નાખીને મિશ્રણને ખૂબ હલાવવામાં આવે છે. આ ક્રિયામાં આપોઆપ ગરમી છૂટે છે, એટલે બીજી વધારે ગરમીની જરૂર રહેતી નથી. ત્રણ ચાર કલાક બાદ ફરીથી મિશ્રણને ખૂબ હલાવીને તેને એક બાજુએ મૂકી રાખવાથી સાબુ તૈયાર થાય છે. પરંતુ આ રીતમાં ગ્લિસરીન સાબુમાં જ રહી જાય છે: ગરમ રીતની માફક તેને જુદું પાડવામાં આવતું નથી.

કેટલીક જગ્યાએ તેલમાંથી પ્રથમ ચરબી–તેજાબ જુદો પાડી તેને કૅાસ્ટિક સોડા સાથે મેળવીને સાબુ બનાવાય છે. આ ક્રિયામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગ્લિસરીન નથી છૂટતું, કારણ કે તેલમાંથી ચરબી-તેજાબ કાઢી લેતી વખતે જ ગ્લિસરીન નીકળી જાય છે. ચરબી-તેજાબનો સોડિયમ ક્ષાર કઠણ (Hard) સાબુ કહેવાય છે અને પોટૅશિયમ ક્ષાર નરમ (Soft) સાબુ કહેવાય છે.

સાબુની વિવિધ જાતો આવે છે: સફેદ કર્ડ સાબુ ચરબીમાંથી બનાવાય છે. વિવિધ જાતના પીળા સાબુઓમાં ઓછાવત્તા પ્રમાણમાં બેરજો (Rosin) હોય છે. ઑલિવ તેલમાંથી બનાવેલો સાબુ મુખ્યત્વે સોડિયમ ઓલિયેટનો બનેલો હોય છે અને તેને કેસ્ટાઈલ સાબુ કહેવામાં આવે છે. દરિયાઈ સાબુ કોપરેલમાંથી બનાવાય છે. તે દરિયાના ખારા પાણીમાં પણ ઓગળે છે-ફોદાફોદા થઈ જતો નથી. પીળા સાબુને મૅથીલેટેડ સ્પિરિટમાં ઓગાળીને પછી સ્પિરિટ ઉડાડી નાખતાં જે પ્રવાહી રહે તેને ઠારવાથી પારદર્શક સાબુ બને છે. સારી જાતનું કોપરેલ, એરંડિયું અને ચરબીને ઠંડી રીત અનુસાર કૉસ્ટિક સોડા સાથે મેળવીને બનાવેલા સાબુમાં ખાંડ અને દારૂ ઉમેરવાથી પણ તે પારદર્શક બને છે. મુર્દારસિંગને ઑલિવ તેલ સાથે ઉકાળવાથી સીસાનો સાબુ યા 'લેડ-પ્લાસ્ટર' બને છે. કાચ અને એવી ચીજો સાફ કરવા માટે બનાવાતા ખાસ સાબુઓમાં મુખ્યત્વે ઝીણી રેતી, માટી યા એવા પદાર્થો હોય છે: સાબુ તેમાં અત્યંત ઓછો હોય છે. સામાન્ય સાબુને સૂકવી નાખ્યા પછી તેને અમુક પ્રમાણમાં સોડા કાર્બોનેટ સાથે દળવાથી સૂકો સાબુ તૈયાર થાય છે.

હજામતના સાબુમાં થોડો સ્ટીઍરિક ઍસિડ સ્વતંત્ર અવસ્થામાં રાખવામાં આવે છે, જેથી દાઢી પર ફીણ સારી રીતે વળે છે. 'પ્રવાહી સાબુ' એ પોટૅશિયમ સાબુનું પાણી-દ્રાવણ છે. તેમાં ૮થી૩૦ ટકા સુધી સાબુનું પ્રમાણ હોય છે. જો ૩૦ ટકા ઉપરાંત હોય તો તેમાં દારૂ ઉમેરવામાં આવે છે. 'ટૅક્સટાઈલ સાબુ' ઑલિવ તેલમાંથી બનાવાય છે અને પીપમાં ભરી દેવામાં આવે છે, જેથી વાપરનાર અનુકૂળ રીતે તેને કાપીને વાપરી શકે. ઊન, રેશમ યા સુતરાઉ કાપડ ધોવા માટે વિશિષ્ટ જાતના ટૅક્સ-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ટાઇલ સાબુઓ બનાવાય છે. તેમાં વપરાતી ચીજોનું પ્રમાણ ખાસ વિશિષ્ટ રાખવામાં આવે છે. ચૂનાના સાબુને સોડા સાથે મેળવવાથી સોડિયમ સાબુ બને છે.

સાબુની એટલી બધી જાતો બજારમાં આવે છે કે કયો સાબુ સારો એ કહેવું મુશ્કેલ થઈ પડે છે. કેટલાક સસ્તા સાબુઓમાં ૮૦ ટકા સુધી માત્ર પાણી જ હોય છે. વળી કેટલાકમાં સોડિયમ સિલિકેટ ખૂબ હોય છે. સારા સાબુમાં છૂટો આલ્કલી સોડા ન હોવો જોઈએ. આપણા દેશમાં કૉસ્ટિક સોડાની તંગીને લીધે સાબુની બનાવટમાં ખૂબ દગો થવા લાગ્યો છે. કેટલાક સોડિયમ સિલિકેટ નાખીને સાબુ બનાવે છે, કેટલાક મેંદાનો ભેગ કરે છે, તો કેટલાક વળી ચૂનાનું પ્રમાણ વિશેષ વાપરે છે. આ બધા સાબુઓ તાજા હોય ત્યારે ઠીક લાગે છે, પણ થોડો વખત પડી રહ્યા પછી તે ધોવાના કામ માટે નકામા બને છે, કેમકે તેમાંથી કપડાં સાફ કરવાની શક્તિ તદ્દન ઓછી થઈ જાય છે. પડી રહેલા સાબુ પર જો ખાર ફાટી નીકળે તો સમજવું કે એ સાબુની બનાવટ ખામીભરેલી છે.

આજે જેમ અસલ રેશમને બદલે બનાવટી રેશમમાંથી તૈયાર કરેલી વસ્તુઓ લગભગ બધે પ્રચલિત થઈ ગઇ છે, તેવી જ રીતે સાબુની બાબતમાં પણ બન્યું છે. સાબુને બદલે સાબુ તરીકે વાપરી શકાય તેવા પુષ્કળ બનાવટી પદાર્થો આજે બજારમાં મળે છે. આવા પદાર્થોને 'સાબુ વિનાના સાબુ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે! ૧૯૨૦ પછી આ પદાર્થો પ્રચલિત થવા લાગ્યા. કારણ યુદ્ધ દરમિયાન સાબુની કિંમત વધી પડી અને તે દુષ્પ્રાપ્ય બન્યો. પરિણામે આ બનાવટી પદાર્થોનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો. લશ્કરમાં સાબુને બદલે આ પદાર્થો વપરાવા લાગ્યા. આજે અમેરિકામાં આવા 'સાબુ વિનાના સાબુ' બનાવવાનાં મોટાં કારખાનાં ચાલે છે ને તેમાં કરોડો ડોલરની થાપણ રોકવામાં આવી છે. સાબુ દરેક પ્રકારના પાણીમાં કામ આપતો નથી. પાણીના બે પ્રકાર હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે: એક નરમ (Soft) પાણી ને બીજું કઠણ (Hard) પાણી. બીજી જાતના પાણીમાં સાબુ ફોદાફોદા થઈ જાય છે અને મેલ કાપવાની તેની શક્તિ ઓછી થઈ જાય છે. પણ બનાવટી સાબુના પદાર્થોમાંથી આ ખામી ખાસ દૂર કરવામાં આવી હોઈ દરિયાના કે 'કઠણ' પાણીમાં પણ આ 'સાબુ વિનાના સાબુ' ધોવાના કામમાં આવે છે. આ નવીન પ્રકારના સાબુના પદાર્થોની રાસાયનિક રચના આપણા સામાન્ય સાબુઓ કરતાં તદ્દન જુદી જ હોય છે. આપણા દેશમાં હજી જો કે આવા સાબુ વિશેષ પ્રચારમાં આવ્યા નથી; પરંતુ ધીમેધીમે આપણા સાબુના ઉદ્યોગને તેની સાથે હરીફાઈ કરવાનો પ્રસંગ આવતો જાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૬

ક્લોરીન બ્રોમીન ફ્લૂોરીન

આ આખું વિશ્વ મૂળમાં ૯૨ મૂળતત્ત્વોનું બનેલું છે, એ વાત તો ઘણા જાણતા હશે. જો કે આ સર્વ મૂળતત્ત્વો તેમના ગુણધર્મમાં એકબીજાથી ઘણાં જુદાં પડે છે; પણ કેટલાંક મૂળતત્ત્વો ઘણી બાબતમાં એકબીજા સાથે મળતાં પણ આવે છે. વિજ્ઞાનીઓએ એવાં સમાનધર્મી મૂળતત્ત્વોનો એકએક વિભાગ કરી તે દરેક વિભાગને કુટુંબ (Family) એવું નામ આપ્યું છે. આ દરેક કુટુંબનો કોઈ વિશેષ સમાન ગુણ હોય છે. આવાં કુટુંબોમાં હેલોજન-કુટુંબ તેના ઉગ્ર સ્વભાવ માટે જાણીતું છે. હેલોજન શબ્દ મૂળ ગ્રીક શબ્દ હલ્સ પરથી આવ્યો છે, જેનો અર્થ થાય છે ક્ષાર. હેલોજન એટલે ક્ષાર પેદા કરનાર. હેલોજન કુટુંબના ચાર સભ્યો છે: ફ્લોરીન, ક્લોરીન, બ્રોમીન ને આયોડીન; અને એ ચારેય સંયુક્ત અવસ્થામાં ક્ષાર પેદા કરતા હોવાથી તેઓ એ નામે ઓળખાય છે.

ક્લોરીન

ક્લોરીનનું નિરાળું અસ્તિત્વ ઈ. ૧૭૭૪માં શીલે નામના સ્વીડનના રાસાયનિકે પુરવાર કર્યું. ત્યાર પછી પણ લાંબા સમય સુધી એમ મનાતું કે ક્લોરીન ઑક્સિજનસંયોજિત એક પદાર્થ છે; પરંતુ ડેવી નામના વૈજ્ઞાનિકે સિદ્ધ કર્યું કે ક્લોરીન એક મૂળતત્ત્વ છે.

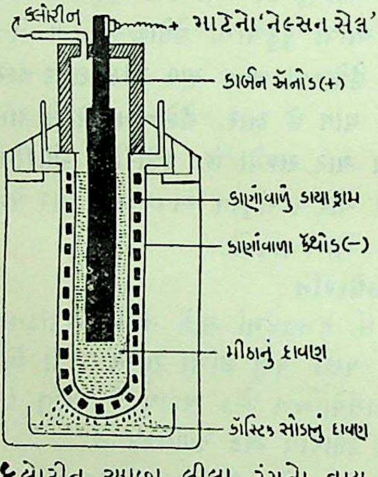
ક્લોરીન સ્વતંત્ર અવસ્થામાં મળતો નથી, પણ સંયુક્ત અવસ્થામાં જ મળે છે, જે ક્લોરાઈડ તરીકે ઓળખાય છે. આ ક્લોરાઇડો પૈકી કેટલાક ખનીજ પદાર્થો તરીકે ખૂબ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. તેમાં ખાસ કરીને મીઠું (સોડિયમ ક્લોરાઈડ) અગ્ર ભાગે આવે છે; કારણ દરિયાના પાણી ઉપરાંત ઘણી જગ્યાએ જમીનના નીચલા પડોમાંથી પણ તે મોટા પ્રમાણમાં નીકળે છે. આથી ક્લોરીનની બનાવટ માટે મુખ્યત્વે મીઠાનો જ ઉપયોગ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મીઠામાંથી ક્લોરીન બનાવવાની સાદી રીત એ છે કે મીઠાને મૅન્ગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવી ગરમ કરવાથી તેમાંથી ક્લોરીન વાયુ છૂટો પડે છે. પરંતુ મોટા પાયા પર ક્લોરીન બનાવવો હોય તો આ રીત ઉપયોગમાં લેવાતી નથી. તેને માટે તો મીઠાના દ્રાવણમાં વીજળી પસાર કરવામાં આવે છે, જેથી તેમાંથી ક્લોરીન તરત છૂટો પડે છે. આ ક્રિયા માટે જુદીજુદી જાતના વીજળિક સેલ (વિદ્યુત્ઘટ) યોજવામાં આવ્યા છે, તે પૈકી 'નેલ્સન સેલ' તરીકે ઓળખાતો વિદ્યુત્ઘટ ચિત્રમાં દર્શાવ્યો છે. અમદાવાદની કૅલિકો

ક્લોરીન બનાવવા માટેનો 'નેલ્સન સેલ'



મિલમાં હૂકર સેલનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આજે તો જ્યાં સસ્તી વીજળી પ્રાપ્ય હોય ત્યાં આ વીજળિક રીત ખૂબ પ્રચલિત થઈ છે. આ ઉપરાંત હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડમાંથી ક્લોરીન બનાવવાની બે રીતો પ્રચલિત છે: એક 'ડિકન્સ રીત' અને બીજી 'વેલ્ડનની રીત'. પરંતુ વીજળિક રીત અસ્તિત્વમાં આવ્યા પછી તે રીતો પણ લગભગ નકામી થઈ ગઈ છે.

ક્લોરીન આછા લીલા રંગનો વાયુ છે. ક્લોરીનનો અર્થ જ ગ્રીક ભાષામાં આછો લીલો થાય છે ને તે ઉપરથી જ તેનું ક્લોરીન નામ પાડવામાં આવ્યું છે. તેને સહેલાઈથી પ્રવાહી બનાવી શકાય છે. આથી એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ મોકલતી વેળા તેને પ્રવાહી સ્વરૂપ અપાય છે. થોડાં વર્ષો પૂર્વે વાયુ સંઘરવાની મુશ્કેલીને લીધે ક્લોરીનને ચૂના સાથે સંયોજી બ્લીચિંગ પાઉડર બનાવી લેવામાં આવતો. ક્લોરીન પાણીમાં થોડે અંશે દ્રાવ્ય છે. આ ક્લોરીન-પાણી પણ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બ્લીચિંગમાં ક્લોરીનના જેવું જ કામ આપે છે.

ક્લોરીનનો મોટો ભાગ બ્લીચિંગ પદાર્થોની બનાવટમાં વપરાય છે. કાગળ અને તેનો માવો બનાવવાના કાર્યમાં તેમજ કાપડના ઉદ્યોગમાં પણ કપડું સફેદ બનાવવા માટે તે ખૂબ ઉપયોગમાં આવે છે. વળી ક્લોરીન જંતુવિનાશક પણ છે. આથી મોટા શહેરના પાણીનો પૂરવઠો જંતુવિહીન કરવા માટે મ્યુનિસિપલ વૉટર વર્ક્સમાં તેનો ઉપયોગ પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે કરવામાં આવે છે. ક્લોરીન પેટ્રોલિયમના શુદ્ધિકરણમાં પણ વપરાય છે. એ ઉપરાંત તેનો ઉપયોગ ક્લોરેઇટોની બનાવટમાં પણ સારા પ્રમાણમાં થાય છે, જેમાંનો પોટાશિયમ ક્લોરેઇટ (પોટાશ) દીવાસળીની બનાવટમાં વપરાય છે. યુદ્ધમાં વપરાતા ઝેરી વાયુઓની બનાવટમાં બીજા પદાર્થોની સાથે ક્લોરીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. છેલ્લાં બે વિશ્વયુદ્ધોમાં એ ઝેરી વાયુઓનો ઉપયોગ થયો હતો. તોફાની ટોળાંને વિખેરવા જે ટીઅર ગૅસનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, તેમાં પણ ક્લોરીનના જ સંયુક્ત પદાર્થો હોય છે. પણ તે પદાર્થો ઝેરી વાયુઓ જેટલા ભયંકર હોતા નથી; તે કેવળ આંસુ લાવે છે અને ચામડી પર થોડી બળતરા પેદા કરે છે.

ક્લોરીનનો ઉદ્યોગોમા ઉપયોગ

ક્લોરીન વાયુ એકદમ ઉગ્ર વાસવાળો અને દુર્ગંધથી ભરેલો છે. તે ગળા યા નાકમાં જાય તો અતિશય જલદ અસર કરે છે અને બળતરા થવા લાગે છે. પરંતુ જો શરદી થઈ હોય તો અતિ જૂજ પ્રમાણમાં સૂંઘવાથી શરદીનાં જંતુઓનો નાશ થાય છે. ક્લોરીનની માણસ પર થયેલી અસર દારૂ યા ઍમોનિયા સૂંઘાડીને નાબૂદ કરી શકાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બ્રોમીન

બ્રોમીન શબ્દ મૂળ ગ્રીક ભાષાના 'બ્રોમોસ' ઉપરથી આવેલો છે. બ્રોમોસ એટલે દુર્ગંધ યા ગંધાતો પદાર્થ. બ્રોમીનની ખરાબ ગંધને લીધે તેનું એ નામ રાખવામાં આવ્યું છે. ૧૮૨૬માં આ બ્રોમીન મૂળતત્ત્વની શોધ બેલાર્ડે કરી હતી. સમુદ્રના પાણીમાંથી મીઠું કાઢી લીધા પછી જે પ્રવાહી રહે છે (જે બીટર્ન્સ કહેવાય છે) તેમાં બીજા પદાર્થોની સાથે અતિ અલ્પ પ્રમાણમાં બ્રોમીનના ક્ષાર હોય છે. તેવા એક લાખ ભાગ પ્રવાહીમાં માત્ર સાત ભાગ જેટલો જ બ્રોમીન હોય છે; છતાં તેમાંથી બ્રોમીન કાઢવાનું પરવડે છે. બીટર્ન્સને ઉકાળીને તેના કાઢામાં મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરવાથી રાતો વાયુ છૂટે છે, જેને ઠંડો કરવાથી બ્રોમીનનો રાતો ભૂરો પ્રવાહી એકઠો થાય છે. આ પ્રક્રિયા ક્લોરીનની સાથે તેની સામ્યતા સૂચવે છે; અને બ્રોમીનનો વિશેષ અભ્યાસ કરવાથી પુરવાર થયું કે તેના ગુણધર્મ ક્લોરીનને ઘણા મળતા આવે છે અને તેથી જ તેનો સમાવેશ હેલોજન કુળમાં કરવામાં આવ્યો છે.

મોટા પાયા પર બ્રોમીન બનાવવા માટે પણ ઉપર દર્શાવેલી રીત વપરાય છે; પરંતુ હવે તેમાં મૅંગેનીઝ ડાયોક્સાઇડને બદલે સોડિયમ ક્લોરેટ ઉમેરવામાં આવે છે. બીટર્ન્સ, ક્લોરેટ અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણમાંથી વરાળ પસાર કરવામાં આવે છે, એટલે બ્રોમીન વાયુ રૂપે નીકળે છે. આ વરાળયુક્ત વાયુને ઠંડો પાડવાથી પ્રવાહી બે ભાગમાં જુદું પડી જાય છે: ઉપરના ભાગમાં બ્રોમીનનું પાણી રહે છે અને નીચે કાળા રાતા પ્રવાહી રૂપે બ્રોમીન.

આ સિવાય બીજી પણ એક રીત પ્રચલિત છે. મીઠું કાઢી લીધા પછી રહેલા દરિયાના પાણી(બીટર્ન્સ)માં ક્લોરીન વાયુ છોડવામાં આવે છે. ક્લોરીન વિશેષ પ્રક્રિયાશીલ હોવાથી બ્રોમીનને સંયોજનમાંથી છૂટો પાડે છે. પછી એ પ્રવાહીને ગરમ કરવાથી બ્રોમીન વાયુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રૂપે નીકળે છે, જેને ઠંડો કરી ભેગો કરવામાં આવે છે. પણ હવે વીજળીના વપરાશના આ યુગમાં એક નવી રીત યોજવામાં આવી છે. બ્રોમીન-વાળા મીઠાના પાણીમાં વીજળીનો પ્રવાહ પસાર કરવાથી પહેલાં બ્રોમીન નીકળે છે; અને તે નીકળવો બંધ થયા પછી ક્લોરીન વાયુ નીકળવાની શરૂઆત થાય છે.

આ રીતે તૈયાર થએલો બ્રોમીન અશુદ્ધ હોય છે, જેનું કાળજી-પૂર્વક આસવણ દ્વારા શુદ્ધિકરણ થઇ શકે છે. અશુદ્ધ બ્રોમીન વાયુને લોહના ભૂકા પર પસાર કરવાથી તેમાંનો ક્લોરીન નીકળી જાય છે.

બ્રોમીનના ક્ષાર બ્રોમાઈડ કહેવાય છે. આપણા જીવનમાં તે ઉપયોગી ભાગ ભજવે છે. પોટાશિયમ બ્રોમાઈડ ક્ષાર ખાસ કરીને ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. ઔષધ તરીકે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. બીજા કેટલાક બ્રોમાઈડ પણ ઉપયોગી પદાર્થો છે. ફોટોગ્રાફીમાં વપરાતી ફિલ્મ ને પ્લેઇટોની બનાવટમાં સિલ્વર બ્રોમાઇડ વપરાય છે. બ્રોમીનને કૉસ્ટિક સોડા યા પોટાશના દ્રાવણમાં પસાર કરવાથી સોડિયમ યા પોટાશિયમ બ્રોમાઈડ બને છે. આ ક્રિયા જો ગરમ દ્રાવણમાં કરવામાં આવે તો બ્રોમાઇડની સાથેસાથ બ્રોમેઈટ પણ ઉત્પન્ન થાય છે. બ્રોમાઈડ-બ્રોમેઈટના મિશ્રણમાં તેજાબ નાખવાથી બ્રોમીન નીકળે છે. ક્લોરીનની માફક બ્રોમીન પણ જંતુવિનાશક છે. પણ તેનામાં ક્લોરીન જેટલી રંગ ઉડાડી દેવાની શક્તિ નથી. બ્રોમીનવાળી હવા ઝેરી અને જલદ અસર કરનારી છે. બ્રોમીન વાપરવામાં ખૂબ જ કાળજી રાખવી આવશ્યક છે. જો ચામડી પર તે પડે તો તેને માટે જીવલેણ નીવડે છે, અને એ જખમ સહેલાઇથી રૂઝાતો નથી. જો એવો કોઇ અકસ્માત થાય તો તુરત એ ભાગને દારૂ યા પૅટ્રોલથી સારી રીતે ધોઇ નાખી વેસેલીન ચોપડી દેવું. જો બ્રોમીનની જૂજ હવા ચામડીને સ્પર્શી ગઈ હોય તો તેને ખૂબ પાણીથી ધોઇ નાખી સોડાના પાણીથી સાફ કરવી અને વેસેલીન ચોપડવું.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જર્મની અને અમેરિકામાં બ્રોમીનનું ઉત્પાદન ઘણા સારા પ્રમાણમાં ચાલે છે. આપણા દેશમાં તો માત્ર છેલ્લા ૧૦ વર્ષથી બ્રોમીન બનાવવાનું શરૂ થયું છે. તેવું એક કારખાનું ખારાઘોડાના અગરમાં આવેલું છે અને બીજું મીઠાપુરમાં તાતા કંપનીનું ચાલે છે. બંને ઠેકાણે દરિયાના પાણીમાંથી જ તે બનાવાય છે.

બનાવટી રંગો તૈયાર કરવા માટે આવશ્યક એવા વચલા પદાર્થોની બનાવટમાં બ્રોમીનનો ખૂબ ઉપયોગ થાય છે. તે ઉપરાંત મર્ક્યુરોક્રોમ અને એવી બીજી દવાઓની બનાવટમાં પણ બ્રોમીનની જરૂર પડે છે. મોટરમાં વપરાતા પેટ્રોલમાં નાખવામાં આવતું લેડટેટ્રાઈથાઈલ બનાવવા માટે પણ બ્રોમીન જરૂરી છે. બનાવટી કાર્બનિક પદાર્થોના સંયોગીકરણમાં બ્રોમીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. બ્રોમીનયુક્ત કેટલાય કાર્બનિક પદાર્થો યુદ્ધમાં ઝેરી વાયુઓ તરીકે વપરાય છે. તેમાં બેન્ઝીલ બ્રોમાઇડ નામનો પદાર્થ આંખમાં આંસુ લાવે છે. જ્યારે કેટલાક બીજા બ્રોમાઇડો ફક્ત છીંકો લાવે છે. આથી વિશેષ જલદ પદાર્થો ચામડી પર ફોલ્લા પેદા કરે છે, અને સૌથી વિશેષ જલદ પદાર્થો ઝેરી હોવાથી મૃત્યુ નિપજાવે છે.

ફ્લોરીન

ફ્લોરીન હેલોજન કુળનો પ્રથમ સભ્ય ગણાયો હોઈ ખૂબ ચંચળ એટલે કે પ્રક્રિયાશીલ છે. આથી તેની સંયુક્ત અવસ્થામાંથી ફ્લોરીનને છૂટો પાડવાનું કાર્ય રસાયનશાસ્ત્રનો એક કોયડો હતો. પણ ૧૮૮૬માં ફ્રેન્ચ વિજ્ઞાની મોઈસાં(Moissan)એ તે કાર્ય સફળ પાર ઉતાર્યું.

ફ્લોરીન સંયુક્ત અવસ્થામાં જ કુદરતમાં મળી આવે છે. તેના ખાસ અગત્યના ખનીજો ફ્લોરાઈટ અને ક્રાયોલાઈટ છે. આપણાં હાડકાઓમાં–ખાસ કરીને દાંતમાં અતિ અલ્પ પ્રમાણમાં તે સંયુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે. ધાતુઓના સંશોધનમાં ફ્લોરાઈટ ધાતુઓમાંની અશુદ્ધિ દૂર કરનાર ફ્લક્સ (flux) તરીકે લાંબા વખતથી વપરાતો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવ્યો છે. અશુદ્ધિઓ સાથે મળી જઈ ધાતુઓના ભાગમાંથી તે ભઠ્ઠીમાં પ્રવાહી રૂપે જુદો પડી જાય છે. લૅટિન ભાષામાં ફ્લ્યુઓ એટલે વહેવું એવો અર્થ થાય છે. એ પરથી તેનું નામ ફ્લોરાઇટ પાડવામાં આવ્યું છે. એ જ પ્રમાણે ક્રાયોલાઇટ ઍલ્યુમીનિયમના ખનીજમાંથી એ ધાતુ કાઢવા માટે વપરાય છે.

આ ખનીજો—ફ્લોરાઇટ અને ક્રાયોલાઇટ—માંથી ફ્લોરીન વાયુ વીજળીની મદદ વડે જુદો પાડવામાં આવે છે. ફ્લોરીન ક્લોરીન જેવો જ વાયુ છે, પણ તેનો રંગ એકદમ આછો છે. તેને ક્લોરીનની માફક સહેલાઇથી પ્રવાહી બનાવી શકાતો નથી. તે એવો તો પ્રક્રિયા-શીલ છે કે લગભગ દરેક મૂળતત્ત્વ સાથે સંયોજન પામે છે. આ ક્રિયા ખૂબ ઉગ્ર હોવાથી ખૂબ ગરમી પેદા થાય છે. પાણી સાથે તેને મેળવવાથી પાણીનું પણ વિઘટન થાય છે.

ફ્લોરીનયુક્ત હાઇડ્રોફ્લોરિક ઍસિડ ઉદ્યોગમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. પથ્થરોને સાફ કરવા તથા કાચ પર કોતરકામ કરવા (etch) વપરાતો આ ઍસિડ ખૂબ નુકશાનકારક છે. તેની સાથે કામ કરતાં ખૂબ સાવચેતી રાખવી. તેને લગતી વધુ માહિતી આ પુસ્તકના ત્રીજા પ્રકરણમાં આવી ગઈ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૭

આયોડીન

"દોડો, દોડો; બાબાને છરી વાગી: લોહી ચાલ્યું જાય છે."

"જરા ઘાસલેટ નાખો." એક જણે કહ્યું.

"એને ઘોઇ નાખો અને પાટો બાંધો." બીજાએ કહ્યું.

"એના પર જરા ટિંક્ચર આયોડીન નાખોને!" મેં ધીમેથી કહ્યું. બાબાને એ પ્રમાણે કરવામાં આવ્યું અને પાટો બાંધ્યો. પછી બાબાની બાએ સવાલ કર્યો: "આ ટિંક્ચર આયોડીન શું છે? કેમ બનાવાય?"

"આ રહ્યું આયોડીન." મેં આયોડીનની શીશી બતાવી. અને સમજાવ્યું કે આ આયોડીનને દારૂમાં અને પોટાશિયમ આયોડાઇડ સાથે પ્રમાણસર ઓગાળીને બનાવેલું પ્રવાહી એટલે ટિંક્ચર આયોડીન.

આયોડીન મૂળતત્ત્વ છે: તેને ગમે તેવી રાસાયનિક રીતે પણ તોડી ન શકાય તેમજ તેનું એકીકરણ પણ ન કરી શકાય. આયોડીનમાં કપુરના જેવો ગુણ છે કે તે સ્વતઃ ઘનમાંથી વાયુરૂપ બની ઊડી જાય છે: વચલી પ્રવાહી સ્થિતિમાં આવતું નથી. ખરું પ્રવાહી આયોડીન દુષ્પ્રાપ્ય છે: માત્ર વૈજ્ઞાનિકો જૂજ પ્રમાણમાં સંશોધન અર્થે ખાસ પ્રયોગો દ્વારા બનાવે છે

"ત્યારે આ પ્રવાહી નાખ્યું તે શું?" ફરીને સવાલ પુછાયો.

"આપણે ઔષધ તરીકે જે પ્રવાહી વાપરીએ છીએ તે તો ઘન આયોડીનને દારૂમાં ઓગાળીને બનાવેલું દ્રાવણ છે. પાણીમાં આયોડીન અદ્રાવ્ય છે. ઘન પાસાદાર આયોડીન ભૂરું–કાળું હોય છે: તે ધાતુની માફક ચળકે છે, છતાં તે ધાતુ નથી: અ-ધાતુ છે."

આયોડીન એક વિરલ અ-ધાતુ છે અને જમીનની સપાટી પર લગભગ બધે અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં ફેલાયેલું મળી આવે છે. ખડક,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખનીજ કે જમીનનો ભાગ ભાગ્યે જ એવો હશે કે જેમાં આયોડીનનો જરાક અંશ ન હોય.

દરિયાના પાણીમાં પણ તે છે: બધી વનસ્પતિમાં પણ છે: ઉચ્ચ શ્રેણિના પ્રાણીઓમાં પણ તે છે અને તેમના જીવનનો એક આવશ્યક અંશ છે. કુદરતમાં આયોડીન સ્વતંત્ર અવસ્થામાં કદી મળી આવતું નથી: પણ બીજાં તત્ત્વોની સાથે સંયુક્ત સ્થિતિમાં મળી આવે છે, જેમાંથી તેને જુદું પાડવામાં આવે છે. પથ્થર, જમીન, પાણી, વનસ્પતિ અને પ્રાણી–ગમે તેમાં હોય પણ તેનું અસ્તિત્વ પુરવાર કરવા રાસાયનિક અન્વેષણની જરૂર પડે છે. આ બધાંમાંથી માત્ર બે ત્રણ વસ્તુઓમાં–દરિયાઈ ખડસલાં, વાદળી (Sponge) અને પરવાળાંમાં આયોડીન ઠીક પ્રમાણમાં હોય છે—સરખામણીની દૃષ્ટિએ. આ ઉપરાંત કેલીફોર્નિયા, જાવા, રશિયા અને ઈટલીમાં, કેટલાક ઝરાના પાણીમાં અને ઊંડા તેલના કૂવાઓના બોરિંગના પાણીમાં આયોડીનનું અસ્તિત્વ હોય છે. પરંતુ ઉત્તર ચીલીના કુદરતી નાઇટ્રેટમાંથી નીકળતું આયોડીન ખૂબ ધ્યાન ખેંચે એવું છે, જો કે આમાં પણ તેનું પ્રમાણ અત્યંત જૂજ (૧ : ૫૦૦) છે.

દરિયાઇ ખડસલાં, વાદળી અને પરવાળાંમાં બીજાં કરતાં આયોડીનનું પ્રમાણ વધારે હોવાથી એવી માન્યતા પ્રવર્તે છે કે દરિયામાં ખૂબ આયોડીન છે. પણ આ માન્યતા સાચી નથી. વજનના હિસાબે, દરિયા કરતાં જમીન પર સો ગણું વધારે આયોડીન આવેલું છે: દરિયાના એક ટન પાણીમાં એક ઔંસનો હજારમો ભાગ હોય છે એમ સારામાં સારું પૃથક્કરણ દર્શાવે છે. અમુક દરિયાઇ વનસ્પતિમાં આયોડીનનું પ્રમાણ ખૂબ છે એટલે આ માન્યતા ઉત્પન્ન થઇ લાગે છે. કેટલીક દરિયાઇ વનસ્પતિમાં આયોડીનનું પ્રમાણ ખૂબ છે એ નિર્વિવાદિત છે. એ દર્શાવે છે કે દરિયાના પાણીમાં અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં આવેલું આયોડીન એ વનસ્પતિ સંઘરે છે.

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એંસી વર્ષો પૂર્વે એ વનસ્પતિની રાખ આયોડીન મેળવવાનું મુખ્ય સાધન હતું. આ રાખને કેલ્પ (kelp) કહેવાય છે. આ ઉદ્યોગ ફ્રાંસ–નૉર્મંડી અને સ્કૉટલૅન્ડમાં મુખ્યત્વે ચાલતો.

અને તેમાંથી સોડા કાઢવામાં આવતો. પરંતુ સોડા બનાવવાની નવી રીતો અસ્તિત્વમાં આવતી ગઇ તેમતેમ આ ઉદ્યોગ પડી ભાંગવા લાગ્યો. આયોડીનની શોધ ૧૮૧૨માં કોર્ટોઇસે કરી. તેને માલૂમ પડ્યું કે સોડા કાઢી લીધા પછી જે દ્રાવણ રહે તેને અમુક રાસાયનિક પદાર્થો સાથે ગરમ કરવાથી જાંબલી વરાળ નીકળે છે.

આયોડીનની માગણી વધવા લાગી : કેલ્પની બનાવટમાં તેજી આવી. તેમાંથી પોટૅશિયમના ક્ષાર પણ મળતા. પરંતુ જર્મનીમાં સ્ટાસ્ફર્ટના પોટૅશિયમના ક્ષાર સસ્તા મળવા લાગ્યા. છતાં દરિયાઇ વનસ્પતિમાંથી આયોડીન કાઢવાનું કાર્ય હજી ચાલે છે.

ઓટ વખતે જે દરિયાઇ ખડસલાં ઉઘાડાં પડે તેમાંથી કેલ્પ બનાવીને પછી તેમાંથી સોડા કાઢવામાં આવતો. પણ આયોડીન આપનાર કેલ્પ ખાસ કરીને લેમીનેરિયા નામના દરિયાઇ ખડસલાંમાંથી બનાવાય છે. આ ખડસલાં હમેશાં દરિયાના પાણીમાં રહે છે અને તોફાન વખતે ખડકમાંથી ઉખેડાઇને કિનારે ઘસડાઇ આવે છે. આ ખડસલાંના કેલ્પમાંથી આયોડીન હજી પણ કાઢવામાં આવે છે.

પરંતુ ઉપર દર્શાવેલ રીત અનુસાર પેદા થતું આયોડીન ઉત્તર ચીલીના નાઇટ્રેટના થરોમાંથી મળતા આયોડીનના હિસાબે સાવ નિર્માલ્ય લાગે છે. પૃથ્વીની સપાટી પર ખૂબ આયોડીન ભેગું થયું હોય તો તે આ જગ્યાએ છે.

આ 'નાઇટ્રેટનું રણ' દરિયાની સપાટી કરતાં ૩૦૦૦ ફૂટની ઊંચાઇએ આવેલ છે: ૫૦૦ માઇલ લાંબું અને આશરે ૧૦૦ માઇલ તે પહોળું છે. આ પ્રદેશમાં ૩૦૦ માઇલ લાંબા અને ૧૫-૨૦ માઇલ પહોળા પટામાં નાઇટ્રેટના થર આવેલા છે. આ જગ્યા સાવ નિર્જન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે: વરસાદ ભાગ્યે જ આવે છે: સૂર્ય નિરભ્ર આકાશમાંથી અગ્નિ વર્ષાવે છે: વનસ્પતિ ઊગતી નથી: પશુ પંખી પણ રહેતાં નથી.

જમીનની સપાટીથી નીચે ૨ થી ૫૦ ફૂટ ઊંડું ખોદવાથી નાઇટ્રેટ-ના ખનીજ મળી આવે છે, જેમાંથી નાઇટ્રેટ અને આયોડીન કાઢવામાં આવે છે. સારા પ્રકારના આ ખનીજને કલીશે કહેવાય છે અને હલકા માલને કોસ્ટ્રા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ ખનિજમાં ૦.૩ ટકા કરતાં વધારે આયોડીનનું પ્રમાણ હોતું નથી—એથી ઓછું હોય છે, એટલે કે એક ટન દીઠ આશરે ૮ ઔંસ આયોડીન આમાં હોય છે. આ પ્રમાણ તદ્દન નજીવું લાગે છે પણ બીજી વસ્તુઓની સરખામણીમાં તે ૪૦૦ ગણું વધારે છે.

કલીશેમાંથી આયોડીન કાઢવાની ક્રિયા ખૂબ ગૂંચવણભરી છે. ટૂંકામાં તેને આમ વર્ણવી શકાય. કલીશેનો ભૂકો કરી તેને પાણી સાથે મેળવવામાં આવે છે, જેમાંથી નાઇટ્રેટ જુદું પાડવામાં આવે છે અને દ્રાવ્ય આયોડેટ ક્ષારો પાણીમાં રહે છે. આ આયોડેટ ક્ષારોવાળા પાણીને લાકડાના મોટા પીપમાં રાખી તેમાં સોડિયમ હાયડ્રોજન સલ્ફાઈટ નાખવામાં આવે છે, તેથી આયોડીન છૂટું પડે છે. આ અશુદ્ધ આયોડીનને એકઠું કરી પછી તેને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.

એક લીટર દ્રાવણમાંથી રાસાયનિક ક્રિયાઓ કરીને ૬—૧૨ ગ્રામ આયોડીન મળી શકે છે. આખી દુનિયાની આયોડીનની વાર્ષિક વપરાશ ૧૫૦૦ ટન છે અને આનો ૬૬ ટકા જેટલો ભાગ ચીલીનાં નાઇટ્રેટ ક્ષેત્રોમાંથી આવે છે.

આયોડીનમાંથી આયોડોફૉર્મ, પોટૅશિયમ આયોડાઇડ વગેરે ઔષધો બનાવાય છે. આયોડીન જંતુઘ્ન છે. તે ઘસવાથી દુઃખ ઓછું થાય છે. આયોડેક્સ, આયોડીપીન, આયોડીવાલ જેવી પેટન્ટ દવાઓમાં આયોડીન હોય છે. આયોડીન રાસાયનિક પૃથક્કરણમાં, રંગોની બનાવટ-માં પણ વપરાય છે. આયોડીનના સ્ફટિક ટેલિવિઝનમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માનવીના શારીરિક વિકાસમાં આયોડીન અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. આપણા ગળા પાસે થાઇરોઇડ નામની ગ્રંથિઓ છે. તેમાં થાઇરોક્સીન નામનો પદાર્થ હોય છે; તેમાં આયોડીન હોય છે. જો ગ્રંથિ બરાબર કાર્ય ન આપે તો માણસનો વિકાસ રુંધાય છે. આવા માણસોને આયોડીનવાળી દવાઓ આપવાથી ઘણો ફાયદો થાય છે.

* * *

આ ઉપરથી દેખાઈ આવશે કે હેલોજન તત્ત્વો એ બે મોઢાવાળા રાક્ષસ જેવા છે. જીવન અને કલા જેવા સર્જનાત્મક કાર્યોમાં પણ તેમનો ઉપયોગ થઈ શકે છે અને યુદ્ધ જેવા સંહારાત્મક કાર્યમાં પણ તે વાપરી શકાય છે. કુદરતનાં બળોને માનવીએ પોતાના ઉપયોગ માટે તાબે તો કર્યાં છે; પણ તે બળો માનવીના ભલા માટે જ વપરાય એ ઇષ્ટ છે. પરંતુ સત્તાલોભી રાજપુરુષો તેનો ઉપયોગ પોતાની સામ્રાજ્યલાલસા સંતોષવા માટે કરે છે, અને તેથી બાપડું વિજ્ઞાન વગોવાય છે. હેલોજન તત્ત્વોના શોધકોએ તો સ્વપ્ને પણ નહિ ધાર્યું હોય કે તેમની શોધ માનવીના સંહાર માટે ઉપયોગમાં લેવાશે. તેઓનો હેતુ તો શુદ્ધ સંશોધનનો જ હતો; સાચા વિજ્ઞાનીઓએ તો કદી પણ સંહારકવૃત્તિ પોષી નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૮

જસત

ચડતા અણુવજન પ્રમાણે મૂળતત્ત્વોને ગોઠવીએ તો સરખા ગુણધર્મવાળા મૂળતત્ત્વોના આઠ સમૂહ બની જાય છે. આ રચનાને પર્યાવર્તક કોષ્ટક (periodic table) કહે છે અને તે શોધવાનું માન રશિયન વિજ્ઞાની મેન્ડેલીફને જાય છે. આ કોષ્ટકના પ્રથમ સમૂહમાં આવતા સોડિયમ, પોટાશિયમ વગેરે મૂળતત્ત્વો અને તેમના ઉપયોગી પદાર્થો વિષેનું વર્ણન આગળ આવી ગયું છે. હવે બીજા સમૂહમાંથી ઉપયોગી મૂળતત્ત્વો લઈએ.

બીજા સમૂહનાં બધાં મૂળ તત્ત્વો ધાતુઓ છે. આ ધાતુઓના બે વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે. એક વિભાગમાં બેરીલિયમ, મૅગ્નેશિયમ, કૅલ્શિયમ, બેરિયમ, સ્ટ્રોન્શિયમ અને રેડિયમ ધાતુઓનો સમાવેશ થાય છે; બીજામાં, જસત, કૅડમિયમ અને પારો આવે છે. જસતને અંગ્રેજીમાં ઝિન્ક (zinc) કહે છે.

જસત સંબંધે જૂના ઉલ્લેખ ઘણા મળી આવે છે. ઈ. સ. પૂર્વે ૬૫૦ના પ્રાચીન આસીરિયાના શિલાલેખોના અવશેષોમાંથી જસતના ખનીજ સંબંધી નોંધ મળે છે. ત્રાંબામાંથી પિત્તળ બનાવવા માટે આ જ ખનીજ વપરાતું. એ ક્રિયામાં રાતા રંગના ત્રાંબામાંથી જસતની મદદ વડે પીળા રંગનું પિત્તળ પેદા થતું એટલે જસતના ખનીજને કીમિયાગરો 'પારસમણિ' તરીકે ગણતા !

પણ એક ધાતુ તરીકેનું જસતને નિરાળું અસ્તિત્વ ઈ. ૧૬૯૫માં મળ્યું; અને તે પછી પણ તેના ખનીજમાંથી ધાતુ કાઢવાની શરૂઆત તો છેક ૧૭૩૦માં થઈ. રૂપાના રંગ સાથે જસતનો રંગ મળતો આવે છે. એટલે તે સમયે તે 'બનાવટી રૂપું' (mock silver) તરીકે પણ ઓળખાતું. જૂના રાસાયનિક સાહિત્યમાં જસત માટે 'સ્પેલ્ટર' શબ્દ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

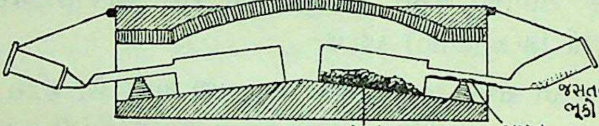
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વપરાતો, ને હજી પણ અશુદ્ધ જસતને 'સ્પેલ્ટર' જ કહેવામાં આવે છે. તેમાં ૯૭-૯૮ ટકા જસત ને બાકી સીસું, લોઢું, સોમલ ઇત્યાદિ અશુદ્ધિઓ હોય છે.

ચીનમાં તો જસત કાઢવાની ક્રિયાનું જ્ઞાન જૂના કાળથી પ્રચલિત હતું. હિંદુસ્તાનમાં જસતના ખનીજ નીકળતા નથી. રજપુતાનાની ત્રાંબાની ખાણો ચાલતી ત્યારે ત્યાં કાસું બનાવાતું ખરું, પણ પિત્તળની બનાવટ સંબંધી કાંઇ ઉલ્લેખ મળતો નથી. પરંતુ બ્રહ્મદેશમાં જસતના પુષ્કળ ખનીજ નીકળે છે.

બીજી ધાતુઓની માફક જસત પણ શુદ્ધ સ્વરૂપમાં મળી આવતું નથી, પણ તેના ખનીજ સંયુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે. જસતના ખનીજમાંથી ધાતુ કાઢવાની રીત સાદી છે. તેના ખનીજને હવાની હાજરીમાં ભૂંજવાથી જસતનો ઑક્સાઇડ બને છે, ને આ ઑક્સાઇડને કોલસાની ભૂકી સાથે મેળવીને ગરમ કરવાથી જસત જુદું પડે છે.

જસત કાઢવાની ભઠ્ઠી



પરંતુ છેલ્લા દશકામાં વીજળી વડે જસત કાઢવાની રીત વિશેષ પ્રચલિત થતી જાય છે. તેમાં જસતના ઑક્સાઇડને ગંધકના તેજાબમાં ઓગાળીને વીજળીનો પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે જેથી જસત એક બાજુ એકઠું થાય છે. આ પદ્ધતિનો ફાયદો એ છે કે આ રીત વડે વિશેષ શુદ્ધ જસત તૈયાર થાય છે. જગતના જસતના ઉત્પાદનનો અરધો ભાગ આ જ પદ્ધતિથી પેદા થાય છે.

જસતના સ્ફટિકો પટ્કોણી પ્રીઝમ આકારના હોય છે અને તેમનો રંગ વાદળિયો સફેદ હોય છે. તે ૪૨૦ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેડે પ્રવાહી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બને છે અને ૯૦૭ ડિગ્રીએ ઊકળે છે. ભેજવાળી હવામાં જસતનું તેજ ઓછું થાય છે. જસતના વાસણમાં પાણી ભરી રાખવાથી જસત પાણીમાં ઓગળે છે. જસતનાં પતરાં બનાવવા તેને ૧૦૦-૧૫૦ ડિગ્રીએ ગરમ કરીને રોલ કરવામાં આવે છે.

એક સૈકા પૂર્વે જસતનો ઉપયોગ તદ્દન નજીવો હતો. તે કાળે થોડું-ઘણું જસત માત્ર પિત્તળની બનાવટમાં વપરાતું. જસતનું ખનીજ તો સીસાના ખનીજની સાથોસાથ નીકળે છે, પણ એ કાળે જસતનો ખાસ ઉપયોગ નહિ હોવાથી જસત-ખનીજને નકામું ગણી કાઢી નાખવામાં આવતું. આમ, સીસાની ખાણવાળાને તેનો (જસતના ખનીજનો) કેવી રીતે ઉપયોગ કરવો એ એક પ્રશ્ન થઇ પડતો. જસતના ખનીજનું અંગ્રેજી નામ 'સ્ફાલેરાઈટ' યા 'બ્લેન્ડ' આ જ કારણે પડ્યું હોવું જોઇએ, કારણ તેનો અર્થ થાય છે છેતરપીંડીવાળું.

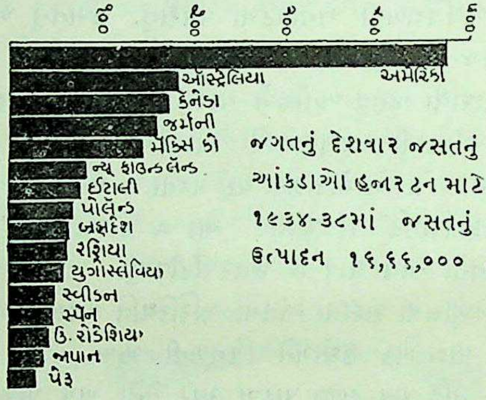
પરંતુ ઓગણીસમી સદીના અંતમાં પરિસ્થિતિ બદલાવા લાગી. વિકાસ પામતા વીજળિક ઉદ્યોગને પિત્તળની ખૂબ જરૂર પડવા લાગી, એટલું જ નહિ પણ ઢાળા પાડવા માટે તેનો ખપ ખૂબ થવા લાગ્યો. એ અરસામાં એવી પણ શોધ થઈ કે જસતનો ઑકસાઈડ સફેદ રંગની બનાવટમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. વળી કાટ ન ખાય એવાં વાસણો પણ જસતનાં પતરાંમાંથી બનાવવામાં આવવા લાગ્યાં. આપણી જેલોમાં કેદીઓને જસતનાં જ વાસણો આપવામાં આવે છે.

પણ જસતનો સૌથી વિશેષ ધ્યાન ખેંચે એવો ઉપયોગ તો લોઢાનાં પતરાંને જસતનો પટ લગાડવાની ક્રિયા—જે 'ગૅલ્વેનાઇઝિંગ' કહેવાય છે તે છે. શરૂમાં લોઢા પર જસત ચોંટાડવા માટે વીજળીનો ઉપયોગ કરવો પડતો. પણ પછી એમાં સુધારો થતાં વીજળીનો ઉપયોગ બિનજરૂરી નીવડ્યો ને ઓગાળેલા જસતમાં સારી રીતે સાફ કરેલો લોઢાનો સામાન બોળવાની રીત અસ્તિત્વમાં આવી. આધુનિક ઉદ્યોગમાં તો લોઢાને જસતની વરાળમાં ધરવાથી જ જસતનો પટ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લાગી જાય છે. આ 'ગૅલ્વેનાઇઝિંગ'ની ક્રિયાનો મોટો ફાયદો એ છે કે તેથી લોઢું કાટ ખાતું નથી અને લાંબો વખત ટકે છે. આજકાલ આ રક્ષણાત્મક ગૅલ્વેનાઇઝિંગ ખૂબ વ્યાપક થઈ ગયું છે: ખીલા, સ્ક્રૂ, સાંકળો, પાઈપો, બોલ્ટ, તાર ઇત્યાદિ અનેકવિધ લોઢાના સામાનને જસતનો પટ લગાવીને ગૅલ્વેનાઇઝ કરવામાં આવે છે.



જગતનું દેશવાર જસતનું ઉત્પાદન. આંકડાઓ હજાર ટન માટે મૂકેલા છે. ૧૯૩૪-૩૮માં જસતનું દુનિયાનું ઉત્પાદન ૧૬,૬૬,૦૦૦ ટન હતું.

જસતનાં પતરાંમાંથી કાચની બરણી, બાટલી વગેરેનાં ઢાંકણાં આદિ ઘણી વસ્તુઓ બનાવાય છે. વીજળીના સેલ, બૅટરી ઇત્યાદિની બનાવટમાં જસત ઋણ ધ્રુવ (નેગેટિવ પોલ) તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે. છાપકામમાં ચિત્રોના બ્લૉક જસતનાં પતરાં પર તૈયાર કરવામાં આવે છે. મોટરઉદ્યોગમાં કાર્બ્યુરેટર, રૅડીએટર ને હબના ઢાંકણાં આદિ તેનાં જ બને છે. જસતની ધાતુનો ઝીણો ભૂકો રસાયન-ઉત્પાદક ઉદ્યોગોમાં ને રંગની બનાવટમાં ઘણો ઉપયોગી છે.

જસતના ક્ષારો અનેકવિધ રીતે ઉપયોગી છે. ખાસ કરીને દવામાં તેમનો સારો ઉપયોગ થાય છે. ઝિંક ઑકસાઇડ ગૂમડાં મટાડવા માટે ઉપયોગી છે. એક ભાગ ઝિંક ઑકસાઈડ, એક ભાગ બોરિક પાઉડર અને મેંદા(starch)નું મિશ્રણ કરી પાણીમાં કાલવી ગૂમડાં પર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચોપડવાથી તે મટી જાય છે. ઝિંક સલ્ફેટનું પાણી પણ જંતુવિનાશક હોઈ માથાનાં ગૂમડાં મટાડવા માટે ચોપડવામાં આવે છે. વળી રંગવાની ક્રિયામાં તેનો ઉપયોગ 'મોર્ડન્ટ' તરીકે થાય છે. ઝિંક ક્લોરાઇડ લાકડું સડતું અટકાવે છે. ઝિંક સલ્ફાઇડ 'લીથોફોન'ની બનાવટમાં પુષ્કળ વપરાય છે. લીથોફોન એ ૭૦ ટકા બેરિયમ સલ્ફેટ અને ૩૦ ટકા ઝિંક સલ્ફાઇડનું મિશ્રણ છે. તે સફેદ રંગ તરીકે વપરાવા ઉપરાંત રબર, કાગળ, મીણ, કાપડ વગેરેની બનાવટમાં પૂરક (filler) તરીકે પણ ઉપયોગમાં આવે છે. ઝિંક ક્લોરાઇડ, ઝિંક ઑક્સાઇડ અને બારીક કાચનો ભૂકો મેળવવાથી ઉત્પન્ન થતું મિશ્રણ સિમેન્ટની માફક થોડા વખતમાં સખત થઈ જાય છે. આનો ઉપયોગ દાંતના દાક્તરો દાંત પડતો અટકાવવા (dental stopping) માટે કરે છે.

મીઠાના તેજાબમાં જસત ઓગાળીને બનાવેલું દ્રાવણ રેણ કરવા માટે ફ્લક્સ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ગરમ ઝિંક ક્લોરાઇડના દ્રાવણમાં રૂ અને એવા બીજા સેલ્યુલોઝના પદાર્થો ઓગળી જાય છે. આ દ્રાવણને ચાળણી દ્વારા દારૂમાં રેડવામાં આવે તો સેલ્યુલોઝના તાંતણા બને છે. આ તાંતણાઓને ગરમ કરવાથી કાર્બન રહે છે, જે વીજળીની બત્તીઓમાં કાર્બન ફિલામેન્ટ તરીકે વપરાય છે. આ ઉપરાંત ઝિંક ક્લોરાઇડ કાપડની મિલોમાં પણ પુષ્કળ વપરાય છે. ઝિંક સલ્ફાઇડને સખત ગરમ કરવાથી તેનામાં અંધારામાં ચળકવાનો ગુણ આવે છે અને તેનો ઉપયોગ ક્ષ-કિરણો માટે ચળકતા પડદા બનાવવા માટે કરવામાં આવે છે. રેડિયમ ડાયલવાળી ઘડિયાળોમાં પણ આ પદાર્થ વડે આંકડાને ચીતરવામાં આવે છે, જેથી રાત્રે પણ તે ચળકયા કરે છે. આ ઉપરાંત ચળકાટવાળા રંગ બનાવવા માટે પણ તે વપરાય છે. આવા વિવિધ રંગ બનાવવા માટે જુદાજુદા પદાર્થો ઉપયોગમાં લેવાય છે. દાખલા તરીકે ચકચકતો વાદળી રંગ નીચે મુજબ તૈયાર કરાય છે: ચૂનો : ૨૦ ગ્રામ, બેરિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ:

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૨૦, ગંધક : ૬, પેાટાશિયમ સલ્ફેટ : ૧, સેાડિયમ સલ્ફેટ : ૧, લીથિયમ કાર્બોનેટ : ૨, મેંદો(સ્ટાર્ચ) : ૨. આ મિશ્રણને ગરમ કરી તેનેા ભૂકેા કરી નાખવેા. પછી બિસ્મથ નાઇટ્રેટના દારૂના ૦.૫ ટકા દ્રાવણના બે સી.સી. અને રૂબીડિયમ નાઇટ્રેટના ૧ ટકા દ્રાવણના બે સી.સી. સાથે ઉપરના ભૂકાને ભીંજવી ફરી ગરમ કરવું. (બધાં વજન ગ્રામ-માં આપેલાં છે.)

આપણા રેાજિંદા વપરાશની અનેક ઉપયેાગી મિશ્ર ધાતુઓની બનાવટમાં જસતનેા વ્યાપક ઉપયેાગ થાય છે. જસતમય મિશ્ર ધાતુ-ઓમાં સૌ પહેલું પિત્તળ આવે છે. જસતની કુલ વપરાશનેા મેાટેા ભાગ આ પિત્તળની બનાવટમાં જ વપરાય છે. ત્રાંબું અને જસત મેળવવાથી પિત્તળ થાય છે એ તેા ઘણા જાણતા હશે. કારટ્રિજ-પિત્તળમાં ૭૦ ભાગ ત્રાંબું અને ૩૦ ભાગ જસત હેાય છે. પિત્તળનાં પતરાંમાં ૨ ભાગ ત્રાંબું અને ૧ ભાગ જસત હેાય છે. ઢાળામાં વપરાતા પિત્તળમાં ૨૭ જસત, ૨ સીસું અને ૧ કલઇ હેાય છે. મુંઝ-મેટલમાં ૬૦-૬૨ ત્રાંબું અને બાકીનું જસત હેાય છે. ૧.૫ થી ૨ ટકા સીસાવાળું પિત્તળ મશીનમાં સારું કામ આપે છે. બારીની ફ્રેમમાં વપરાતા પિત્તળમાં ૨ ટકા મૅંગેનીઝ નાખેલું હેાય છે જેથી ખૂબ ઘેરેા રંગ પેદા થાય છે. આઇશ મેટલમાં ૬૦ ત્રાંબું, ૨ લેાઢું અને ૩૮ જસત હેાય છે. સ્ટેરેા મેટલમાં લેાઢાનું પ્રમાણ વધારે હેાય છે. નિકલવાળું પિત્તળ પણ બનાવાય છે અને તે ખૂબ મજબૂત હેાય છે. ઓછા પ્રમાણમાં જસતવાળી મિશ્ર ધાતુઓમાં ગિલ્ડિંગ મેટલ (૩–૮ ભાગ જસત), તેામ્બાક (૧૦–૧૮ ભાગ જસત) અને પિન્ચ બૅક (૭–૧૧ ભાગ જસત)નેા ખાસ ઉલ્લેખ કરવેા ઘટે છે. છેલ્લી બે મિશ્ર ધાતુઓનેા રંગ અનુક્રમે સેાના જેવેા અને ઘેરેા સેાનેરી છે.

ધાતુઓ અને મિશ્ર ધાતુઓની આંતરિક રચનાનેા અભ્યાસ એ ધાતુવિદ્યાનું એક અગત્યનું અંગ છે. ધાતુઓનેા અભ્યાસ એટલે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કેટલાં યે વિજ્ઞાનોનો વ્યવહારુ ઉપયોગ. ખનીજની ઉત્પત્તિ સમજવા માટે ભૂસ્તરવિદ્યાનો, ખનીજમાંથી ધાતુ કાઢવા માટે ધાતુવિદ્યાનો અને તે માટે કઈ પ્રક્રિયા કરવી તથા કાઢેલી ધાતુઓનું શુદ્ધિકરણ કેમ કરવું તે જાણવા માટે રસાયનવિદ્યાનો ઉપયોગ કરવો પડે છે.

જીવ-રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં જસત કોઇ અગત્યનો ભાગ લેતું લાગતું નથી. જો કે આપણા શરીરના કોષોમાં જસતના કાર્બનિક પદાર્થો અતિ અલ્પ અંશમાં માલૂમ પડે છે. એ નોંધવું જોઇએ કે સર્પના ઝેરમાં ૦·૧૧ થી ૦·૫૬ ટકા જસતના સંયુક્ત પદાર્થો હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૧૯

પારો

પારા વિષેનું આપણું જ્ઞાન તો ખૂબ જૂનું છે. ભારતના આદ્ય રસાયનશાસ્ત્રી નાગાર્જુનના 'રસરત્નાકર' નામે વિખ્યાત ગ્રંથમાં પારામાં હરતાળ નાખી સોનું બનાવવાનો ઉલ્લેખ છે; અને 'રસરત્ન-સમુચ્ચય'માં રસાયનશાસ્ત્રી કેવો હોવો જોઈએ અને તેણે પોતાની પ્રયોગશાળા કેવા સ્થાનમાં બાંધવી તેનું વર્ણન છે. પારામાંથી ઉપયોગી પદાર્થો બનાવવાનું પણ તે વખતના વિજ્ઞાનીઓ જાણતા, એટલે પારા સંબંધી જૂના ઉલ્લેખો પણ ઘણા મળી આવે છે. જૂનાં પુસ્તકોમાં પારાને 'રસ' તરીકે ઓળખાવ્યો છે.

પશ્ચિમના દેશોમાં ઈ. સ. પૂર્વે ૩૫૦માં ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાની ઍરિસ્ટોટલે સૌ પ્રથમ પારા સંબંધી ઉલ્લેખ કરેલો મળી આવે છે. સામાન્ય ઉષ્ણતાએ પ્રવાહી ધાતુ એટલે પારો. ત્યાર બાદ રસાયનના પ્રાચીન સાહિત્યમાં 'પ્રવાહી રૂપા'ના નામનો જે ઉલ્લેખ મળી આવે છે, તે પણ પારો. મૂળ લૅટિનમાં તેને 'હાઇડ્રાર્જિરમ' કહ્યું છે, જેનો અર્થ પ્રવાહી રૂપું થાય છે. આ ઉપરથી અંગ્રેજી ભાષામાં પારાની રાસાયનિક સંજ્ઞા તરીકે Hg વપરાય છે. પારાને જૂના કાળમાં 'ક્વિક સિલ્વર' પણ કહેતા. આપણામાં પારો 'હરણિયા પારા' તરીકે સામાન્યતઃ વિશેષ ઓળખાય છે, કેમકે એ પ્રવાહી ધાતુને પકડવા જતાં તે હરણની માફક સરકીને છટકતી જાય છે.

અસલના કીમિયાગરો પારાને ધાતુઓના સત્ત્વરૂપ લેખતા. પારામાંથી સોનું બનાવી શકાય છે એ માન્યતાને લીધે તેમનામાં પારા પ્રત્યે એક પ્રકારનો મોહ હતો અને તે માટે અનેક કીમિયાગરોએ પોતાની અમૂલ્ય જિંદગી પણ વેડફી નાખી હતી.

કેટલીક શિલાઓમાં પારાના નાનાનાના દાણા મળી આવે છે:

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરંતુ તેનું મહત્ત્વપૂર્ણ ખનીજ તો સીનાબાર છે. તે પારા અને ગંધક-નો સંયોજિત પદાર્થ છે (HgS) અને તેમાં ૮૬ ટકા સુધી પારો હોય છે. આ ખનીજ મુખ્યત્વે સ્પેન, ઇટાલી, મેક્સિકો, અમેરિકા અને ચીનમાંથી નીકળે છે, જેમાં ઈટાલી સૌથી વિશેષ પારો પેદા કરે છે ને બીજો નંબર સ્પેનનો આવે છે. બજારમાં તે ૭૬ રતલ વજનમાં મજબૂત લોઢાના પીપમાં ભરેલો મળે છે. પાણી કરતાં તે ૧૩.૬ ગણો ભારે હોવાથી એક રતલ પારો તો સાવ જૂજ લાગે છે.

તેના ખનીજમાંથી પારો કાઢવાની રીત સાવ સાદી છે. સીના-બારને હવાના પ્રવાહમાં ભઠ્ઠીમાં ભૂંજવામાં આવે છે. આ ક્રિયાથી હવામાંનો ઑક્સિજન ગંધક સાથે જોડાવાથી સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ વાયુ બને છે અને પારો છૂટો પડે છે. પારા પર હવાની અસર થતી નથી અને ભઠ્ઠીની ઉષ્ણતાએ પારો ઊડણ હોવાથી તેની બાષ્પ થઇ જાય છે. તેને ફરી ઠંડી પાડવાથી પારો એકઠો થાય છે.

બજારુ પારો શુદ્ધ હોતો નથી. તેમાં સીસું ને ત્રાંબું હોવાથી તેના પર કાળાશપડતું પડ દેખાય છે. શુદ્ધ પારો તો રૂપા જેવો સફેદ ને ચકચકિત હોય છે. પારો શુદ્ધ કરવાની અનેક રીતો છે. શેમૉઇ લેધરમાંથી તેને ગળવાથી પણ અમુક અંશે શુદ્ધ કરી શકાય છે. પણ વિશેષતઃ તો રાસાયનિક ક્રિયા વડે શુદ્ધ કરેલો પારો જ વપરાય છે.

આજથી અરધી સદી પૂર્વે પારાના બે મુખ્ય ઉપયોગ હતાઃ એક, અરીસાની બનાવટ માટે: (કાચના પાછળના ભાગમાં પારા-વાળી મિશ્ર ધાતુ ચોપડવામાં આવતી); અને બીજો, ખનીજમાંથી સોનું કાઢવામાં. આજે તો બીજા પણ અનેક ઉપયોગમાં પારો વપરાય છે; છતાં તેના મહત્ત્વના પ્રમાણમાં તેની વપરાશ હજી વધી જણાતી નથી: પારાને બદલે ઉપયોગમાં લઈ શકાય એવા નવા પદાર્થો પણ શોધાયા છે.

વીજળિક ઉદ્યોગમાં પારો સારી રીતે વપરાય છે: મર્ક્યુરી આર્ક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રેક્ટિફાયરોની બનાવટમાં, રેફ્રીજરેટરમાં, ઑટોમૅટિક સ્વિચમાં તથા થર્મૉમીટર, બૅરોમીટર વગેરે વિજ્ઞાનનાં સાધનોની બનાવટમાં પારાનો ઉપયોગ થાય છે. વરાળના બૉઇલરમાં જેમ પાણી વપરાય છે તેમ હવે પારાની બાષ્પવાળાં બૉઇલર પણ અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે. આવાં બૉઇલરોમાં શરૂઆતમાં ૧૦૦ ટન જેટલો પારો જોઇએ છે; પરંતુ આવાં બૉઇલરો હજી જૂજ જગ્યાએ જ ચાલે છે.

રસસિંદૂર-હિંગળોકની બનાવટમાં પણ પારાનો ઉપયોગ થાય છે. સોનારૂપાના ખનીજમાંથી એ ધાતુઓ કાઢવા માટે પણ પારો વપરાતો; પણ બીજી સસ્તી રીતો અસ્તિત્વમાં આવવાથી આ ઉપયોગ લગભગ નજીવો થઇ ગયો છે. ધડાકો કરનાર તરીકે વપરાતું મર્ક્યુરી ફુલ્મીનેઇટ બનાવવામાં પારો પુષ્કળ વપરાતો તેને બદલે હવે લેડ એઝાઇડનો ઉપયોગ વધતો જાય છે. ઔષધોની બનાવટમાં તો પારો જૂના વખતથી વપરાતો આવ્યો છે. રસકપૂર, કૅલોમલ અને એવી બીજી દવાઓ પારાના જ પદાર્થો છે. વહાણના તળિયે રંગવામાં જે રાતો મર્ક્યુરી ઑક્સાઇડ વપરાય છે તે રાતો હિંગળોક તો એક હજાર વર્ષથી ચીનાઓ રંગ તરીકે વાપરે છે. મર્ક્યુરી નાઇટ્રેટ ફેલ્ટ હૅટ તૈયાર કરવા માટે વપરાતું આવેલ છે. બૅટરીની બનાવટમાં પારો ચોપડેલું જસત જોઇએ છે. સોડિયમ મિશ્રિત પારો રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં વપરાય છે. સોનું, રૂપું અને જસતની સાથે પારો મેળવીને એ મિશ્ર ધાતુ દાંત ભરવા માટે વપરાય છે. પારાવાળી એ મિશ્રધાતુ 'ઍમાલ્ગમ' કહેવાય છે.

રસકપૂર, વાઢકાપના કાર્યમાં ઓજારોને જંતુવિહીન કરવા માટે અત્યંત પાતળા દ્રાવણ (૦·૧ ટકા) તરીકે વપરાય છે. તે અત્યંત ઝેરી પદાર્થ છે. કદાચ જો ભૂલથી આ પદાર્થ પેટમાં ગયો હોય તો તેના મારણ તરીકે ઈંડાની કાચી સફેદી ખવડાવવી અને પછી ઉલટી કરાવવી. કૅલોમલ તો જુલાબ માટે જાણીતું છે. કાર્બનિક પદાર્થ–સંયુક્ત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પારાના અન્ય પદાર્થો તૈયાર કરવામાં આવ્યા છે. તેમાંના કેટલાક ઔષધોમાં ઉપયોગી થાય છે. આયુર્વેદમાં પારાના સંયોજનોનો ઉપયોગ ચાંદી જેવાં દર્દોમાં કરવાનું સૂચવ્યું છે અને હજી ગયા સૈકા પર્યંત પારાનો ઉપયોગ આવાં દર્દો માટે થતો.

સંઘરેલા અનાજમાં જિવાત ન પડે એ માટે પારાની થેપલી કરી તેમાં મૂકવામાં આવે છે. સોનું, ત્રાંબુ વગેરેની ચીજોને પારો ઘસવાથી તે સફેદ થઈ જાય છે; ત્રાંબાનો પૈસો રૂપિયા જેવો લાગે છે, ને સોનાની વીંટીને પારો અડે તો તે પણ સફેદ થઈ જાય છે. આ સફેદ પડ પાતળા નાઈટ્રિક ઍસિડ વડે ધોવાથી નીકળી જાય છે. આલ્કલી તેમજ હાઇડ્રોક્લોરિક યા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના પાતળા દ્રાવણની પારા પર અસર થતી નથી. પાણીમાં દ્રાવ્ય વાયુઓ એકઠા કરવા પાણીને બદલે પારો વપરાય છે.

રસકપુરના દ્રાવણમાં પોટાશિયમ સલ્ફોસાયેનાઇડનું દ્રાવણ નાખવાથી મર્ક્યુરિક સલ્ફોસાયેનાઈડ બને છે. આ પદાર્થને જરા ગુંદર અને પાણી સાથે મેળવી તેની ટીકડીઓ બનાવાય છે. આ ટીકડીઓને સળગાવવાથી ખૂબ રાખ પેદા થાય છે અને તેમાંથી સર્પ જેવો આકાર નીકળે છે. દિવાળીના તહેવારોમાં દારૂખાનામાં આવા સાપ બાળકો સળગાવે છે. પણ આ સાપ બનતા હોય ત્યારે ઝેરી હવા પેદા થાય છે, માટે સાવચેતીથી કામ લેવું.

પારાનાં કેટલાંક સંયોજનોના રંગનો ઉલ્લેખ પણ અસ્થાને નહિ ગણાય. રસકપુરના દ્રાવણમાં કૉસ્ટિક સોડાનું દ્રાવણ ઉમેરી તૈયાર કરેલો મર્ક્યુરી ઑક્સાઇડ રંગે પીળો હોય છે; પારાને હવામાં અમુક ઉષ્ણતાએ ગરમ કરી તૈયાર કરેલો મર્ક્યુરી ઑક્સાઇડ રંગે લાલ હોય છે. પીળા ઑક્સાઇડને ગરમ કરવાથી તે લાલ બની જાય છે. એ જ રીતે કાળો મર્ક્યુરી સલ્ફાઇડ પણ લાલ બને છે. આ ફેરફારો શાથી થાય છે તેનું કારણ હજી સમજાયું નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૦

મૅગ્નેશિયમ

સંસ્કૃતિનો જેમજેમ વિકાસ થતો ગયો તેમતેમ મનુષ્યે જુદી-જુદી ધાતુઓ શોધતા જઇ તેનો ઉપયોગ કરવા માંડયો. એ રીતે આધુનિક યુગની ધાતુઓમાં પોલાદ અને ગજવેલ (Steel) અગ્રસ્થાને આવે છે. આજે કોઇ પણ દેશની પ્રગતિનું માપ તેના ગજવેલના ઉત્પાદન પરથી અંકાય છે. આપણા પ્રત્યેક આધુનિક ઉદ્યોગમાં ગજવેલની જ પ્રભુતા ગાજે છે. પરંતુ ગજવેલની મોટી ખામી એ છે કે તે બહુ ભારે ધાતુ છે. તેને બદલે જો તેવા જ ગુણવાળી હલકી ધાતુ વાપરી શકાય તો અનેક ફાયદા થાય તેમ છે. કારખાનાનાં વસ્તુની ફેરફેર, વ્યવહાર વગેરેમાં એને બદલે કોઈ હલકી ધાતુ જો વાપરી શકાય તો કાર્યક્ષમતામાં વધારો થાય એ દેખીતું છે.

આજે અનેક સંશોધન પછી મૅગ્નેશિયમ અને ઍલ્યુમીનિયમ એ બે ધાતુ ગજવેલનું સ્થાન લેવા લાગી છે. તે વજનમાં હલકી હોવા સાથે ગજવેલની મજબૂતી અને ઇષ્ટ ગુણો ધરાવે છે. જર્મની, ઇંગ્લંડ અને અમેરિકામાં તો છેલ્લી પચ્ચીસીમાં મૅગ્નેશિયમની મિશ્ર ધાતુઓ જ વપરાવા લાગી છે, ને વિશ્વયુદ્ધ દરમિયાન થયેલા સંશોધનને પરિણામે એ દિશામાં જે પ્રગતિ થઇ છે તેથી ગજવેલનું સ્થાન લેનાર ધાતુ તરીકે મૅગ્નેશિયમની મહત્તા પુરવાર થઇ છે.

મૅગ્નેશિયમ સ્વતંત્ર અવસ્થામાં ક્યાં ય મળતું નથી. માત્ર સંયોજિત રૂપે તે પૃથ્વીની સપાટી પર સર્વત્ર વેરાએલું જડી આવે છે. તે સંયોજનોમાં ઉદ્યોગમાં ઉપયોગી ત્રણ ખનીજો છે: મૅગ્નેસાઇટ, ડોલોમાઇટ અને કાર્નાલાઇટ. આમાંનું પહેલું ખનીજ ખૂબ ઉપયોગી છે. વળી દરિયાના પાણીમાં રહેલા મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડમાંથી પણ આ ધાતુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કદાચ છે. આશરે ૭૭૦ પૌંડ દરિયાના પાણીમાંથી એક પૌંડ મૅગ્નેશિયમ ધાતુ નીકળે છે. આ ધાતુ જુદી પાડવા માટે, ગરમી વડે ઓગાળેલા મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડમાં વીજળીનો પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. પણ તાજેતરમાં કૅનેડામાં શોધાએલી એક નવી રીતમાં વીજળીની જરૂર પડતી નથી. ડોલોમાઈટ અને લોહ-યુક્ત સીલીકોનનું મિશ્રણ કરી તેને ભઠ્ઠીમાં પૅક કરી ગરમ કરવામાં આવે છે, જેથી મૅગ્નેશિયમ તેની વરાળ રૂપે જુદું પડી ભઠ્ઠીના મોં આગળ જમા થાય છે. આ રીતનો ફાયદો એ છે કે ઓછા મૅગ્નેશિયમના પ્રમાણવાળા અશુદ્ધ ખનીજો પણ આ રીતે વાપરી શકાય છે.

ત્રણ દશકા પૂર્વે મૅગ્નેશિયમના ઉપયોગો તદ્દન નજીવા હતા. આ ધાતુ બળે છે ત્યારે આંખો આંજી નાખે એવો પ્રકાશ પેદા થાય છે. આથી ફૂલઝર ને ફટાકડાની બનાવટમાં કે રાત્રે ફોટો પાડવા માટે ફ્લૅશ લાઇટ તરીકે તેનો થોડોક ઉપયોગ થતો. પણ આજે તો વિમાનો અને મોટરો બનાવવામાં તે મબલખ વપરાય છે. ક્રૅન્ક, તેલ પૂરવાનાં વાસણો, પિસ્ટન, બેરીંગ, લીવર અને એવી અનેક ચીજો તેની મિશ્ર ધાતુઓમાંથી બને છે. અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર તથા બાયનોક્યુલરના ભાગો, સિનેમા-મશીનરી, ગોલ્ફની લાકડીના ટોપકાં, કાપડઉદ્યોગની મશીનરી, વીજળીના પંખા, રેડિયો વાલ્વ, ચોપડીઓનાં પૂંઠાં તથા દાહક બૉમ્બની બનાવટમાં ય તે વપરાય છે: ઉદ્યોગોમાં તેનું સ્થાન મહત્તાપૂર્ણ બનતું જાય છે.

એ ખાસ નોંધવું જોઈએ કે આ ધાતુ સાવ હલકી હોવા છતાં ખૂબ મજબૂત છે. ઉપરાંત લોઢાની માફક તેને કાટ ચઢતો નથી. ત્રણ ટકા મીઠાના દ્રાવણમાં છ વર્ષ સુધી તેને ડુબાડી રખાય તો માત્ર ઉપરની સપાટી પર થોડો કાટ જણાય છે.

પહેલા મહાયુદ્ધ પૂર્વે જર્મની એકલું જ મૅગ્નેશિયમ મોટા પાયા પર બનાવતું. ૧૯૩૭માં દુનિયાનું આ ધાતુનું ઉત્પન્ન આશરે વીસ હજાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ટન હતું: પણ ૧૯૪૦માં તો તે બેવડું થયું. આ ઉપરથી ઉપર દર્શાવેલી તેની ઉપયોગિતાનો ખ્યાલ આવશે. હિંદુસ્તાનમાં માત્ર ૨ ટકા મૅગ્નેસાઇટ નીકળે છે પરંતુ આ ધાતુનાં બીજાં સંયોજનો અહીં પુષ્કળ મળી શકે તેમ છે, એટલે અહીં તેનો ઉદ્યોગ ખીલાવી શકાય તેમ છે.

ઝાડનાં પાંદડાંમાં ક્લોરોફીલ નામનો જે લીલો પદાર્થ રહેલો છે તેની રચનામાં મૅગ્નેશિયમ ધાતુ આવેલી છે એ ખાસ નોંધવું જોઇએ.

યુદ્ધવિરામ પછી વિમાનોની બનાવટ માટે મૅગ્નેશિયમની માગણી ઓછી થઇ છે. હવે તેનો ઉપયોગ બૅટરી અને સેલની બનાવટ-માં જસતને સ્થાને થવા લાગ્યો છે. આવી, વજનમાં હલકી બૅટરીઓ ખૂબ લોકપ્રિય થવા લાગી છે. હવે એક્યુમેલેટરની બનાવટમાં પણ તેને વાપરવા માટે સંશોધન ચાલી રહ્યું છે.

મૅગ્નેશિયમના અનેક ઉપયોગી ક્ષારો પૈકી મૅગ્નેશિયમ સલ્ફેટ (વિલાયતી મીઠું) દાકતરો રેચક તરીકે વાપરે છે. મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડ કાપડની બનાવટમાં ખૂબ ઉપયોગી રસાયન છે. હિંદમાં તે ખારાઘોડા, મીઠાપુર વગેરે જગ્યાએ દરિયાના પાણીમાંથી મીઠું કાઢી લીધા પછી રહેતા પ્રવાહી–બીટર્નમાંથી બનાવાય છે. મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડ અને ઑક્સાઈડનું મિશ્રણ કરીને તૈયાર કરેલી પેસ્ટ (લુગદી) થોડા વખત પછી સિમેન્ટની માફક કઠણ થઇ જતી હોવાથી તેનો ઉપયોગ દાંત ભરવામાં થાય છે. તેનું પ્લાસ્ટર પણ કરવામાં આવે છે.

મૅગ્નેશિયમ સલ્ફેટની સાથે હાઈડ્રોજન પૅરોક્સાઇડ મેળવીને તેમાં કાસ્ટિક સોડાનું દ્રાવણ ઉમેરવાથી બનતો મૅગ્નેશિયમ પૅરોક્સાઈડ ટૂથ પેસ્ટની બનાવટમાં વપરાય છે. વળી તે જંતુનાશક પણ છે. મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ પણ દવામાં વપરાય છે.

જેમાંથી મૅગ્નેશિયમ નીકળે છે તે મૅગ્નેસાઇટ ખનિજ પણ ખૂબ ઉપયોગી છે. વીજળીની ને બીજી ભઠ્ઠીઓ—જેમાં ખૂબ ગરમી પેદા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થાય છે તેની ઈંટો તેમાંથી બનાવાય છે. આવી ઈંટોને 'રીફ્રેક્ટરી' ઈંટો કહે છે. તે સામાન્ય ઈંટોની માફક વિશેષ ગરમીથી ભુક્કો થઈ જતી નથી. રબરની બનાવટમાં પણ મૅગ્નેસાઈટનો ઉપયોગ થાય છે. વળી મૅગ્નેશિયમના ઉપયોગી ક્ષારો પણ તેમાંથી તૈયાર કરવામાં આવે છે.

મૅગ્નેસાઈટ કરતાં ડૉલોમાઇટ કુદરતમાં વિશેષ મળી આવે છે. તે પણ ભઠ્ઠીઓની ઈંટો બનાવવામાં વપરાય છે, પણ તે મૅગ્નેસાઇટની ઈંટો જેટલી સંતોષકારક નીવડતી નથી. બાંધકામમાં પથ્થર તરીકે તેનો ઉપયોગ જાણીતો છે.

મૅગ્નેશિયમના એક વિશિષ્ટ ગુણનો ઉલ્લેખ જરૂરી છે. અલ્ટ્રા-વાયોલેટ કિરણોમાં મૅગ્નેશિયમને હવાની હાજરીમાં રાખવામાં આવે તો એ મંદતા (Passivity) ધારણ કરે છે એમ જણાયું છે. લોહ તથા એલ્યુમીનિયમને જલદ નાઇટ્રિક ઍસિડમાં રાખવાથી તેમનામાં પણ મંદતા આવે છે. આ મંદ ધાતુઓ તેઓના સામાન્ય ગુણધર્મ પ્રમાણે ન વર્તતાં તેમની ક્રિયાશીલતા શૂન્ય થઇ જાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૧

ઍલ્યુમીનિયમ

ઉદ્યોગો તથા અન્ય વ્યવહારુ ઉપયોગોમાં અગત્યની નીવડેલી બીજી હલકી ધાતુ ઍલ્યુમીનિયમ તો આપણા રોજિંદા જીવનમાં ખૂબ વ્યાપક ને મહત્ત્વની બની ચૂકી છે. સમગ્ર આધુનિક ધાતુઓમાં ઍલ્યુમીનિયમ અત્યંત અગત્યની ધાતુ છે અને તેનો ઉપયોગ દિન પર દિન વધતો જાય છે. યુદ્ધકાળમાં આ ધાતુ ચાવી રૂપ ગણાય છે; અને શાંતિના સમયમાં તે આપણા જીવનના મોટા વિસ્તારમાં ઉપયોગી સાધનસામગ્રી પૂરી પાડે છે, એવી એની મહત્તા છે.

ઍલ્યુમીનિયમ સર્વત્ર મળી આવતી ધાતુઓ પૈકી એક છે. પૃથ્વીના પેટાળમાંથી મળી આવતાં સર્વવ્યાપી મૂળતત્ત્વોમાં પહેલા બે–ઑક્સિજન અને સિલિકોન; પછી ત્રીજો જ નંબર ઍલ્યુમીનિયમનો આવે છે, એટલું વિસ્તૃત તેનું અસ્તિત્વ છે. માટી, સ્લેટ, અબરખ ઇત્યાદિ ઉપયોગી ખનિજોમાં પણ ઍલ્યુમીનિયમ તેના સિલિકેટ રૂપે મળે છે. ફટકડીને રોમન ભાષામાં ઍલુમેન તરીકે ઓળખવામાં આવતી, કેમકે માટીને ગંધકના તેજાબ સાથે ગરમ કરીને પેદા થએલા ઍલ્યુમીનિયમ સલ્ફેટમાં પોટાશિયમ સલ્ફેટ ઉમેરીને ફટકડી બનાવાતી. આ ઉપરથી ઍલુમેનનું તત્ત્વ તે ઍલ્યુમીનિયમ એવું આ ધાતુનું નામ પાડવામાં આવ્યું છે.

લોહ, ત્રાંબું, જસત વગેરે ધાતુઓને તેમના ખનિજોમાંથી કાઢવાની ક્રિયાઓ તો જૂના વખતથી જાણીતી છે. સંસ્કૃતિના વિકાસની સાથે જ આ ઇતિહાસ પણ સંકળાએલો છે. આમ છતાં પૃથ્વીના પડમાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં રહેલા આ ઍલ્યુમીનિયમના ખનિજોમાંથી ધાતુ કાઢવાની રીત તો માંડ એક જ સૈકાથી શોધાઈ છે. આજથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૬૦-૬૫ વર્ષ પર તો આ ધાતુ એક અજાયબીભરી ચીજ તરીકે લેખાતી. એ ધાતુ કાઢવાના પ્રયત્નોની કથા અતિ રસિક છે.

૧૮૦૯માં વિખ્યાત અંગ્રેજ રાસાયનિક સર હમ્ફ્રી ડેવીએ શોધી કાઢ્યું કે ફટકડી ઍલ્યુમીનિયમમાંથી બનેલો પદાર્થ છે. તેમણે તેમાંથી શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ પણ બનાવ્યો. પરંતુ ઑક્સાઈડમાંથી તે ધાતુને જુદી પાડી ન શક્યા. સૌપ્રથમ ડેનિશ રાસાયનિક ઓરસ્ટેડે, અને ૧૮૨૫માં મહાન જર્મન રાસાયનિક વેાહલરે આ ધાતુ છૂટી પાડવામાં ફતેહ મેળવી. ત્યાર બાદ ફ્રાન્સના રસાયનશાસ્ત્રી હેન્રી સેન્ટ ક્લેર ડેવીલે શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ તૈયાર કર્યું અને ૧૮૭૮માં તો ફ્રાંસમાં ઍલ્યુમીનિયમ કાઢવાનો ઉદ્યોગ પગભર થઈ ગયો. એ કાળે તેની કિંમત, જે શરૂમાં ૧૫૦૦ રૂપિયે રતલ હતી, તેમાંથી રૂ. ૪૦ સુધી આવી ગઇ.

પણ અત્યાર સુધી ઍલ્યુમીનિયમ બનાવવા માટે ઍલ્યુમીનિયમના ક્ષાર(ઍલ્યુમીનિયમ ક્લોરાઇડ)ને સોડિયમ ધાતુ સાથે ગરમ કરવામાં આવતો. આમ, સોડિયમ ધાતુ એમાં ખૂબ મહત્ત્વની હતી, અને તેની કિંમત પર ઍલ્યુમીનિયમની કિંમતનો આધાર રહેતો. અને સોડિયમ ધાતુ ખૂબ જ મોંઘી રહેતી. એટલે જો ઍલ્યુમીનિયમની કિંમત ઘટાડી તેને વ્યાપક બનાવવું હોય તો સોડિયમ વિના ઍલ્યુમીનિયમ બનાવવાની કોઇ નવી રીત શોધવી જોઇએ.

૧૮૮૩ની વસંત હતી. અમેરિકાની કૉલેજોનાં સત્ર શરૂ થઇ ગયાં હતાં. ઓહાયોની ઑબર્લીન કૉલેજના પ્રોફેસર જેવેટ વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ ઍલ્યુમીનિયમના રસાયનનું વિવરણ કરી રહ્યા હતા. ભાષણ સમેટી લેતાં તેમણે ઉમેર્યું: 'તમારામાંનો કોઈ જો આ ધાતુ સસ્તી રીતે મોટા પાયા પર તૈયાર કરી શકે તો તેમાં ધનના ઢગલા છે.' ચાર્લ્સ માર્ટિન હૉલ નામના એક વિદ્યાર્થીએ પોતાની બાજુમાં બેઠેલા વિદ્યાર્થીને ઘોંકો માર્યો અને તેના કાનમાં ગણગણ્યો: 'હું એ ધાતુની પાછળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મંડવાનો છું.' અને...રાસાયનિક સંશોધનમાં અનેક અદ્‌ભુત સિદ્ધિઓ-માંની એકની આમ શરૂઆત થઈ.

હૉલે પોતાના ઘરના માળિયામાં હાથે બનાવેલી બૅટરીઓ વડે કામ શરૂ કર્યું, અને ત્રણ વર્ષની જહેમતને અંતે દુનિયાના મહાન રાસાયનિકો જે નહોતા કરી શક્યા તે કરવામાં એ યુવાન વિદ્યાર્થી સફળ થયો. તેણે બૉક્સાઈટમાંથી ઍલ્યુમીનિયમ જુદું પાડ્યું.

૧૮૫૨ની સાલની અજાયબી ને ૧૮૭૮ની સાલની કીમતી ધાતુ ઍલ્યુમીનિયમ આજે આપણા રોજ-બ-રોજના ઉપયોગની એક સાવ સામાન્ય ધાતુ બની ગઈ છે એ ઉપરની રીતનો પ્રતાપ છે. છેલ્લા ત્રણચાર દશકામાં તેનું ઉત્પાદન હજારોગણું વધી ગયું છે.

આજ સુધી બૉક્સાઈટ સિવાય બીજા કોઈ ખનિજમાંથી ઍલ્યુ-મીનિયમ કાઢી શકાયું નથી. બૉક્સાઈટમાં પણ કેટલીક અશુદ્ધિઓ હોય છે. એટલે તેને વાપરતાં પહેલાં તેમાંથી શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ (ઍલ્યુમિના) બનાવવું પડે છે. આ માટે તેને સોડા સાથે લાલચોળ બને ત્યાં સુધી ગરમીમાં શેકવામાં આવે છે, જેથી તેમાં રહેલો ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ સોડિયમ ઍલ્યુમિનેટમાં રૂપાંતર પામે છે. આ ક્ષાર પાણીમાં દ્રાવ્ય છે, એટલે અશુદ્ધિઓમાંથી તેને ગળી લેવામાં આવે છે, અને એ દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ છોડવાથી શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ છૂટો પડે છે. હાઇડ્રૉક્સાઈડ કાઢી લીધા પછી રહેલું દ્રાવણ પણ ખપનું હોય છે કારણ કે તેમાં સોડા હોય છે. પછી હાઈડ્રૉક્સાઈડને ગરમ કરવાથી પાણી નીકળી જાય છે અને શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઈડ-ઍલ્યુમીના બને છે. પછી તેને ગરમ ક્રાયોલાઈટમાં ઓગાળવામાં આવે છે અને કાર્બનના વિદ્યુત્ કીલ (ઇલેક્ટ્રોડ) વાપરીને તેનું વિદ્યુત્-પૃથક્કરણ કરવાથી ઍલ્યુમીનિયમ ધાતુ છૂટી પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઍલ્યુમીનિયમના ઉપયોગ તો સાર્વત્રિક છે. ટાઇપરાઇટરની નાની ફ્રેમથી માંડીને એરોપ્લેનના જુદાજુદા ભાગો સુધી અને રાંધવાનાં મામૂલી વાસણોથી માંડીને ફર્નિચરની નાનીમોટી ચીજોની બનાવટ સુધીમાં આ ધાતુના ઉપયોગો વર્ણનાતીત છે.

ઍલ્યુમીનિયમના વિશિષ્ટ ગુણધર્મ આટલા : તે વજનમાં હલકું, સહેલાઇથી ટિપાઈ શકે એવું, તાર ખેંચી શકાય એવું અને ઝટ કાટ ન ખાય એવું છે. એટલે જે જે વસ્તુની બનાવટમાં એ ગુણોની જરૂર હોય તેમાં એ સહેજે વાપરી શકાય. હવે તો લોઢાને બદલે દરેક ઉદ્યોગમાં પણ આ ધાતુ અને તેની મિશ્ર ધાતુઓ ઓછાવત્તા ઉપયોગમાં આવતી જાય છે. ગજવેલની બનાવટમાં ઑક્સિજન કાઢી નાખવા માટે (ડી–ઑક્સીડાઇઝર તરીકે) તે વપરાય છે.

બાંધકામમાં પણ લોઢાની જગ્યાએ ઍલ્યુમીનિયમ અને તેની મિશ્ર ધાતુઓ વપરાશે એવો ખ્યાલ થોડાં વર્ષો પૂર્વે કોઇને ભાગ્યે જ હશે. આજે એ સિદ્ધ હકીકત છે. ૧૯૩૪માં ઍલ્યુમીનિયમના ડબાવાળી ગાડીઓ સૌપ્રથમ દોડાવવામાં આવી; આજ ટ્રેનો ઉપરાંત બસો, ટ્રામો અને બીજાં વ્યવહારનાં સાધનોની બનાવટમાં પણ પુષ્કળ ઍલ્યુમીનિયમ વપરાવા લાગ્યું છે. અમેરિકામાં પિટ્સબર્ગ પાસે ઍલ્યુમીનિયમ ધાતુ વાપરીને પૂલ પણ બાંધવામાં આવ્યો છે. લોઢાને બદલે આ ધાતુ વાપરવાથી ટ્રસ ઉપરનો ભાર ૭૫૦ ટન ઓછો થઈ ગયો છે. એટલે પૂલની જિંદગી ૨૫ વર્ષ વધારે લંબાશે એવી ગણતરી ઇજનેરોએ કરી છે.

ઍલ્યુમીનિયમ પર કેટલાં યે રસાયનો અને વાયુઓની અસર થતી નથી. આથી દારૂ ગાળવામાં અને પેટ્રોલિયમના શુદ્ધિકરણમાં ઍલ્યુમીનિયમનાં વાસણો ને સરંજામ વપરાય છે. સામાન્ય ઉપયોગમાં પણ કલઇનાં પતરાંને બદલે હવે ઍલ્યુમીનિયમનાં પતરાંનો તથા સિગારેટ, ચૉકલેટ, મીઠાઈ વગેરેને વીંટાળવા માટે પણ ઍલ્યુમીનિ-યમનાં પાતળાં પતરાંનો ઉપયોગ અબાધિતપણે વધતો જાય છે. વીજળી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાખવાની લાઇનમાં પણ હવે તાંબાને બદલે ઍલ્યુમીનિયમના તાર અને દોરડાં વપરાવા લાગ્યાં છે, ને ઍલ્યુમીનિયમનો બારીક ભૂકો રંગ તરીકે પણ વપરાય છે. આટલા વ્યાપક અને મહત્ત્વના તેના સ્થાનને લીધે તેના ઉદ્યોગનું ભાવી ઉજ્જવળ છે.

આપણા દેશમાં ઍલ્યુમીનિયમ દાખલ કરનાર મદ્રાસની એન્જિનીઅરિંગ કૉલેજના પ્રોફેસર સર આલ્ફ્રેડ ચૅટર્ટન હતા. ૧૮૯૧માં તેમણે સરકારને એ બાબતમાં પહેલી દરખાસ્ત મોકલી, ત્યારથી અનેક અરજીઓ ને પ્રયત્ન કર્યા બાદ છેક ૧૮૯૮માં તેમની અરજી મંજૂર થઈ અને સરકારે તેમને પોતાના ખર્ચે કામ ચાલુ રાખવા પરવાનગી આપી. પાછળથી વિચાર કરીને સરકારે તેમને થોડી મદદ આપી, મદ્રાસની આર્ટ સ્કૂલમાં કારખાનું કાઢ્યું અને વાસણો તથા બીજો સામાન તૈયાર કરવા માંડ્યો. ત્યાર બાદ ૧૯૦૦માં ઇન્ડિયન ઍલ્યુમીનિયમ કંપની ઊભી થઇ અને ચૅટર્ટનનું કામ તેણે લઈ લીધું. પછી તો ધીમેધીમે આખા દેશમાં કારખાનાં ઊભાં થવા લાગ્યાં. પરંતુ એ બધાં ય પરદેશથી આયાત થતા ઍલ્યુમીનિયમનાં પતરાં, ચકરડાં ને ગઠ્ઠા પર નભે છે. અત્યાર સુધી હજી એક પણ કારખાનું ખનિજમાંથી ઍલ્યુમીનિયમ કાઢતું નથી.

ઍલ્યુમીનિયમનો ઉદ્યોગ સ્થાપવા માટે (૧) તેનું ખનિજ બૉકસાઇટ અને (૨) સસ્તી વીજળીની ખાસ જરૂર રહે છે. આપણા દેશમાં ઘણી જગ્યાએ બૉકસાઇટ સુપ્રાપ્ય છે. મધ્ય હિંદમાં રેવા સંસ્થાનમાંથી સારી જાતનું બૉકસાઇટ નીકળે છે. કોલ્હાપુર રાજ્ય પાસે તથા થાણા જિલ્લામાં તુંગાર હિલ પાસે પણ આ ખનિજનાં પડો માલૂમ પડ્યાં છે. અને છૂટાછવાયા તેના થરો તો લગભગ ઘણી જગ્યાએ મળી આવે છે. પરંતુ સસ્તી વીજળી મળે એવી જગ્યાએ આ ખનિજ આવેલા નથી. જોકે બીજા દેશોમાં પણ આવી અનુકૂળ સ્થિતિ હોતી નથી અને બ્રિટન, જર્મની, જાપાન વગેરે ઍલ્યુમીનિયમ પેદા કરતા દેશોમાં પણ બહારથી આયાત કરેલા બૉકસાઇટ પર જ આધાર રાખવો પડે છે. તાતા, માઇસોર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વગેરે કંપનીઓ ઘોધનાં પાણી દ્વારા સસ્તી વીજળી પણ પેદા કરે છે, એટલે આ દિશામાં વિશેષ ખિલવણીની શક્યતાઓ પણ સારી રીતે છે.

ઍલ્યુમીનિયમના વાસણમાં મીઠું રાખવાથી તેમાં કાણાં પડે છે. ઍલ્યુમીનિયમ સહેલાઇથી બળતું નથી; પરંતુ ઑક્સિજનમાં બાળવાથી અતિશય ગરમી છૂટે છે. જે ઑક્સાઇડમાંથી ઑક્સિજન સહેલાઇથી છૂટો પાડી તેની ધાતુ ન બનાવી શકાય તેવા ઑક્સાઇડનું વિદોહન (reduction) કરવા માટે ઍલ્યુમીનિયમનો ભૂકો વપરાય છે. દાખલા તરીકે લોહભસ્મ અને ઍલ્યુમીનિયમના ભૂકાને બરાબર મિશ્ર કરી મૅગ્નેશિયમની પટી વડે સળગાવવાથી એટલી બધી ગરમી છૂટે છે કે એ ક્રિયામાં લોહભસ્મનો ઑક્સિજન ઍલ્યુમીનિયમ સાથે સંયોજાઈ લોહ ધાતુ રૂપે છૂટું પડે છે. આને થર્માઇટ ક્રિયા કહેવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ વેલ્ડિંગમાં (લોખંડના સાંધા કરવામાં) કરવામાં આવે છે.

ઍલ્યુમીનિયમની ઉપયોગી મિશ્ર ધાતુઓમાં મૅગ્નેલિયમનો ઉલ્લેખ પ્રથમ કરીએ. આ મિશ્ર ધાતુમાં ૯૦ ટકા ઍલ્યુમીનિયમ અને ૧૦ ટકા મૅગ્નેશિયમ હોય છે, જે ઍલ્યુમીનિયમ કરતાં પણ હલકી છે. બીજી મિશ્ર ધાતુ ડયુરેલ્યુમિનમાં ૯૪.૪ ટકા ઍલ્યુમીનિયમ, ૦.૯૫ ટકા મૅગ્નેશિયમ, ૪.૫ ટકા ત્રાંબું અને ૦.૭૬ ટકા મૅન્ગેનીઝ હોય છે. એ ડયુરેલ્યુમિનને ૫૨૦ ડિગ્રી ગરમીએ પાણી પાવાથી તેની સખ્તાઇ ખૂબ વધે છે. એરોપ્લેનની બનાવટમાં એ જ ધાતુ વપરાય છે. ત્રાંબા અને ઍલ્યુમીનિયમની મિશ્ર ધાતુઓ ઍલ્યુમીનિયમ બ્રૉન્ઝ તરીકે ઓળખાય છે.

ઍલ્યુમીનિયમનાં વાસણ કાણાં થાય કે તૂટે તો તેને સાંધવાં મુશ્કેલ છે. ત્રાંબા-પિત્તળની ચીજોની પેઠે તેને રેણ કરી શકાતું નથી. પણ હમણાં દિલ્હીની સાયન્ટિફિક અને ઇન્ડસ્ટ્રિયલ સંશોધન કાઉન્સિલના નિયામક સર ભટનાગર અને શ્રી સુંદરરાવે ઍલ્યુમીનિયમ સાંધવા માટે નીચેનું રેવણ (flux) શોધી કાઢ્યું છે: બૉરૅક્સ (ટંકણખાર)—૫૦ ભાગ; પોટૅશિયમ ક્લોરાઇડ—૨૫ ભાગ; મીઠું—૨૫ ભાગ; ટીટૅનિયમ
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ડાયૉક્સાઈડ—૨.૫ ભાગ; અને સોડિયમ બાઈ સલ્ફાઇટ—૧૧.૩ ભાગ. આ બધી વસ્તુઓને મિશ્ર કરીને સાંધા પર મૂકી ૬૦૦ડિગ્રીએ ગરમ કરવાથી સાંધો મળી જાય છે, અને સાંધવાનું વાસણ ⅞ ઇંચ જાડાઇનું હોય ત્યાં સુધી સારું કામ આપે છે.

હવે ઍલ્યુમીનિયમના થોડાક ઉપયોગી ક્ષારો લઇએ. ધરતીના પેટાળમાંથી નીકળતું સ્ફટિક કોરન્ડમ હીરા જેવું કઠણ હોય છે અને તે ઍલ્યુમીનિયમના ઑક્સાઇડની જ એક સ્ફટિકમય જાત છે. પૉલિશ કરવામાં તેમજ ગ્રાઇન્ડિંગમાં વપરાતો એમેરી (રેખમાલ) તે ઝીણા દાણાવાળો અશુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ જ છે. પારદર્શક કોરન્ડમમાંથી પોખરાજ, નીલમ, માણેક, પન્ના વગેરે જવાહિર બનાવાય છે. ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડને અનુકૂળ રંગ પેદા કરે એવા પદાર્થો સાથે મેળવીને ઑક્સિજન તથા હાઇડ્રોજનની બળતી જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી આવાં બનાવટી જવાહિર તૈયાર કરવામાં આવે છે. હવે તો આ કામમાં વીજળીની ભઠ્ઠીનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો છે. બૉક્સાઈટ અને ચૂનાના સરખા પ્રમાણને ગરમીમાં ઓગાળવાથી બૉક્સાઈટ સિમેન્ટ બને છે. આ સિમેન્ટ પર સમુદ્રના પાણીની અસર થતી નથી.

ઍલ્યુમીનિયમને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડના વાતાવરણમાં બાળવાથી ઍલ્યુમીનિયમ ક્લોરાઇડ બને છે. આ પદાર્થ કાર્બનિક સંયોજનમાં પુષ્કળ વપરાય છે. તેને હવામાં રાખવાથી ધુમાડા નીકળે છે. નાઇટ્રોજનની હવામાં ઍલ્યુમીનિયમને બાળવાથી તેનો ઍલ્યુમીનિયમ નાઈટ્રાઇડ બને છે. તેને પાણી સાથે ગરમ કરવાથી ઍમોનિયા છૂટો પડે છે.

ઍલ્યુમીનિયમનો જૂનો ક્ષાર ફટકડી છે. માટી, અશુદ્ધ બૉક્સાઇટ વગેરે પદાર્થોને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવાથી ઍલ્યુમીનિયમ સલ્ફેટ બને છે અને તેમાં પોટાશિયમ સલ્ફેટ ઉમેરીને રાખવાથી ફટકડીના સ્ફટિકો જુદા પડે છે. ફટકડીના ઘરગથ્થુ ઉપયોગ તો જાણીતા છે. તે રંગવામાં, અશુદ્ધ પાણીને સાફ કરવામાં, કાગળની બનાવટમાં તેમજ દવામાં પણ વપરાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૨

અબરખ

અબરખ કોણે નહિ જોયું હોય? કાચ જેવા પારદર્શક ચમકતા તેના ટુકડા બાળકોને ખૂબ પ્રિય હોય છે ને તેનાં ચશ્માં બનાવી આંખે તે ચડાવી બાળકો રમે છે. ગામડાંમાં સોનીની દુકાનેથી બાળકોને એ મળી રહે છે. અબરખ ખનીજ પદાર્થ છે ને તેના જેવો પદાર્થ બનાવવાના મનુષ્યોના પ્રયત્નો લગભગ અફળ રહ્યા છે. અબરખની કેટલીય જાતો જમીનમાંથી નીકળે છે, તેમાં ત્રણ મુખ્ય છે:

(૧) સફેદ અબરખ–મુસ્કોવાઇટ. આ જાતનું અબરખ ઍલ્યુમીનિયમ અને પોટાશિયમની સાથે સિલિકોન તથા ઑક્સિજનનું વિષમ સંયોજન થવાથી પેદા થયેલો પદાર્થ છે. એટલે કે અબરખ એ ધરતીના પેટાળમાં પેદા થયેલો વિષમ સિલિકેટ છે. જૂના વખતમાં તેનો ઉપયોગ મુસ્કોવી(રશિયા)માં બારીના કાચ તરીકે કરવામાં આવતો તે પરથી તેનું નામ મુસ્કોવાઇટ પડ્યું. આપણે ત્યાં બિહાર, મદ્રાસના નેલોર જિલ્લામાં તેના થર આવેલા છે. છેલ્લાં ત્રીસ વરસથી આખી દુનિયાની જરૂરીઆતનો ૭૦ ટકા ભાગ હિંદના આ થરો જ પૂરો પાડે છે. અમેરિકામાં આ જાત નીકળે છે પુષ્કળ પ્રમાણમાં, પણ તેનાં પડ બરાબર ઉખડતાં નથી, એટલે તેનો માત્ર થોડો અંશ કામમાં આવે છે ને બાકીનો ભાગ દળીને ઝીણો લોટ બનાવીને વાપરવામાં આવે છે. આ અબરખના સામાન્ય સ્ફટિકો એકાદ બે ઇંચથી માંડીને એકાદ ફૂટ કદના હોય છે. તેની જાડાઈ એકબે ઈંચની હોય છે. જોકે કોઈ વાર અસાધારણ સ્ફટિક જડી આવે છે. એક વાર બાર ફૂટ વ્યાસનો અખંડ મુસ્કોવાઇટ સ્ફટિક જડી આવ્યો હતો. અમેરિકામાંથી એક વાર બે ટન વજનનો એક સ્ફટિક મળી આવ્યો હતો! જેમાંથી અખંડ પડ ઊખડે તે સારી જાતનો અબરખ ગણાય છે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ને તેમાંથી ઇંચના એક હજારમા ભાગ જેટલાં બારીક પડ નીકળી શકે છે. જેમ ચોપડીનાં પાનાં એક પછી એક ઊઘડે તેમ આ પડ નીકળે છે, એટલે અબરખના સ્ફટિકને 'અબરખની ચોપડીઓ' કહેવામાં આવે છે.

(૨) ફેરબાના રંગવાળો અબરખ—ફ્લોગોપાઇટ. આ જાતમાં ઍલ્યુમીનિયમ, પોટાશિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સિલિકેટ છે. તે કૅનેડામાંથી નીકળે છે ને ત્યાં આખી દુનિયાની માગણીને પહોંચી શકે એટલું ઉત્પાદન થાય છે—જોકે છેલ્લા દશકામાં માડાગાસ્કરે આ ખનિજની બાબતમાં અગત્યનું સ્થાન મેળવ્યું છે. ફ્લોગોપાઇટને એક હજાર ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેડ સુધી તપાવવામાં આવે તો પણ ગરમીની તેના પર કાંઇ અસર થતી નથી. મુસ્કોવાઇટ માત્ર ૫૫૦ ડિગ્રી સુધી જ ટકી શકે છે. આથી મુસ્કોવાઇટના કરતાં તેની કિંમત હમેશાં ઊંચી રહે છે. રશિયામાં પણ ફ્લોગોપાઇટ નીકળે છે.

(૩) કાળું યા ભૂરું અબરખ—બિયોટાઇટ. પ્રથમની બે જાતનાં અબરખોમાં આવેલાં તત્ત્વો ઉપરાંત આ જાતના અબરખમાં લોહ હોય છે. બિયોટાઇટનાં પડ ભાગ્યે જ નીકળે છે તેથી તેનો ભુક્કો જ વિશેષ ઉપયોગમાં આવે છે. બીજી જાતને મુકાબલે બિયોટાઇટ ઘણું જૂજ વપરાય છે, અને તેનો ઉપયોગ છાપરાંનાં ધાબાં, રબર, મકાનનાં બાંધકામ વગેરેમાં પૂરક પદાર્થ તરીકે યા પટ દેવામાં થાય છે.

ઉદ્યોગોમાં અબરખ વિધવિધ ઉપયોગમાં લેવાય છે : મુસ્કોવાઇટનાં પતરાંની ૯૦ ટકા પેદાશ વીજળીના ઉદ્યોગમાં વપરાય છે. શ્રેષ્ઠ જાતનું જ અબરખ આ કામમાં આવે છે. ટેલિફોન, ડાયનેમો, પરિવર્તન સાધનો (Commutators) અને વીજળી વડે ગરમી પેદા કરવાનાં સાધનો —હીટરો વગેરેની બનાવટમાં અબરખની આસપાસ તાર વીંટવામાં આવે છે કેમકે તેના પર ગરમીની અસર એકદમ ઓછી થાય છે. વળી વીજળીના પ્રવાહના વહન સામે તેનો અવરોધ (Resistance) ખૂબ છે. ટૂંકમાં વીજળીના ઉદ્યોગમાં અબરખનું સ્થાન ત્રાંબા જેટલું જ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મહત્ત્વનું બન્યું છે. છેલ્લાં થોડાં વર્ષોમાં અબરખનો ઉપયોગ રેડિયો, મોટર અને એરોપ્લેનના સ્પાર્ક-પ્લગની બનાવટમાં પુષ્કળ થાય છે. આમ, આધુનિક સંસ્કૃતિમાં અબરખનો ફાળો નાનોસૂનો નથી, અને તેની અવેજીમાં વાપરી શકાય એવો બીજો પદાર્થ હજી સુધી બનાવી શકાયો નથી. સ્ટવ, સગડી અને ભઠ્ઠીમાં જોવા માટે બારીઓની આડે મૂકવામાં આવતાં પારદર્શક પતરાં તથા ન ફૂટે એવી દીવાની ચીમનીઓ પણ અબરખમાંથી બને છે. અબરખ સ્થિતિસ્થાપક છે: રબરની માફક તે વળે છે અને પાછું મૂળ સ્થિતિમાં આવી જાય છે.

દળેલા યા ભુક્કાનો અબરખ ૧૦ ટકા વિલાયતમાં ભીંતે ચોડવાના કાગળોમાં, ૭ ટકા રંગોમાં ને ૬ ટકા રબરના ઉદ્યોગમાં વપરાય છે. પરચુરણ બીજા ઉપયોગોમાં, અબરખનો ભુક્કો સૂકાં ઉંજણાં તરીકે કામ આવે છે. તેમાંથી બનાવટી પથ્થરનાં ચોસલાં પણ બને છે. કૉંક્રીટનાં મકાનોમાં ચમક આપવા માટે પણ તે વપરાય છે.

અબરખના સ્ફટિક અલગઅલગ આવેલા હોવાથી તે કાઢવો મુશ્કેલ પડે છે. મુસ્કોવાઇટ કરતાં ફ્લોગોપાઈટમાં વિશેષ મુશ્કેલી હોય છે.

૧૯૩૫માં અબરખની બધી જાતોનું દુનિયામાં ઉત્પન્ન ૩૫ હજાર ટન હતું. એમાં ૫૦ ટકા અમેરિકાનો, ૧૩ ટકા રશિયાનો, ૨૦ ટકા હિંદુસ્તાનનો અને બાકીનામાં દક્ષિણ આફ્રિકા, કનેડા ને માડાગાસ્કરનો હિસ્સો હતો. ૧૯૩૭માં આ ઉત્પન્ન ૫૦ હજાર ટન સુધી પહોંચ્યું હતું. તેમાં મુસ્કોવાઇટ અબરખી પતરાંની દુનિયાની ૯૦ ટકા માગણી હિંદુસ્તાને એકલાએ પૂરી પાડી હતી. હિંદમાં આ ઉદ્યોગ અઢી લાખ મજૂરોને રોજી આપે છે.

યુદ્ધ દરમિયાન જર્મનીએ બનાવટી અબરખ નીચે આપેલી રીતે પ્રયોગશાળામાં તૈયાર કરેલું: વિશુદ્ધ કરેલી રેતી, ધાતુઓના ઑકસાઇડ, સોડિયમ પોટાશિયમ ક્લોરાઇડ અને સિલિકોન ક્લોરાઈડ ગ્રેફાઇટના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મૂષકોમાં મૂકી, મૂષકની ઊર્ધ્વ ધરીના કાટખૂણે મજબૂત લોહચુંબકીય ક્ષેત્રને ગોઠવીને ૧૨૭૦–૧૨૯૦ ડિગ્રીની ઉષ્ણતાએ ગરમ કરવામાં આવ્યાં. પરિણામે અબરખ જેવો પદાર્થ બનાવી શકાયો, પરંતુ તે મોટા પાયા પર મુકાયાનું જણાયું નથી.

હીરાની જેમ અબરખ પણ માનવીને કુદરતની જ ભેટ છે. પૃથ્વીના પેટાળમાં જે અતુલ બળો આ પદાર્થો પેદા કરે છે તેની બરોબરી હજી માનવ–વિજ્ઞાનથી થઈ શકી નથી એ ખાસ નોંધવા જેવું છે.

બિહારનો 'અબરખીઓ પટો' સો માઈલ લાંબો અને વીસેક માઈલ પહોળો છે, તેમાં ૭૦૦ ખાણો અત્યારે ચાલે છે. પાંચ લાખ માણસોને સીધી અને આડકતરી રીતે તેમાંથી રોજી મળે છે. આ ઉપરાંત અબરખનાં પડ કાઢવાનો ધંધો ગૃહ-ઉદ્યોગ તરીકે કરવામાં આવે છે. ૧૯૪૭માં પાંચ કરોડ રૂપીઆનું અબરખ પરદેશ ખાતે મોકલવામાં આવ્યું હતું. હિંદમાં એનો ઉપયોગ કરે એવો ખાસ કોઈ ઉદ્યોગ અત્યાર સુધી અસ્તિત્વમાં આવ્યો નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૩

અકીક

ખંભાતનો અકીકનો ઉદ્યોગ સુપ્રસિદ્ધ છે. ત્યાંની કારીગરી એટલી બધી ખ્યાત હતી કે હિંદના અકીકના અનેક ઉલ્લેખો પરદેશોની તવારીખમાં મળી આવે છે. રોમનો ખંભાતમાં બનાવેલા અકીકના પ્યાલા વાપરતા. બેબીલોનવાસીઓ ખંભાતના અકીકની વીંટીઓ પહેરતા. પ્લીનીએ હિંદના અકીકના અદ્‌ભુત ગુણોનો ઉલ્લેખ કરેલો છે.

સોળમા સૈકામાં એક સીદી વેપારી ગુજરાતમાં આવ્યો અને રાજપીપળાના નાંદોદ ગામમાં અકીકનું કારખાનું કાઢ્યું. શરૂઆતમાં મુસલમાનો જ અકીક તૈયાર કરતા, પણ પછી કણબીઓએ એ કળા હાથ કરી લીધી. એ વેપારી તો નાંદોદમાં મરી ગયો અને તેની કબર બાવા ઘોરની કબર પાસે નર્મદાને ઓળંગતા એ નામના ઝરા પાસે આવેલી છે.

થોડા વખત પછી કણબીઓ નાંદોદ છોડીને ભરૂચ ગયા ને પછી ખંભાતમાં જઈ વસ્યા. પેલા સીદી વેપારીની યાદમાં એ હિંદુ કારીગરોએ ખંભાતમાં એક તકિયો સ્થાપ્યો, જે આજે પણ મોજૂદ છે. ૧૮૩૨માં કૅપ્ટન ફૂલ જેમ્સે સીદી વસાહત સંબંધી જે ઉલ્લેખ કર્યો છે તે મૂળ સીદી અકીકિયાનો એક ભાગ હતો. ૧૬૧૧માં ગોવાના બધા અકીકિયા ખંભાતમાંથી આવેલા હતા અને તેઓએ પોતાનો વસવાટ અને દુકાનો અલગ લત્તામાં કાઢી હતી.

અકીકની ઉત્પત્તિ

જેમ ચકમક શુદ્ધ રેતીની સ્ફટિકમય જાત છે, તેમ અતિ સૂક્ષ્મ સ્ફટિકમય રેતીની અર્ધ પારદર્શક જાત એટલે અકીક. અકીકમાં ૮૦-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૯૦ ટકા રેતી (સિલિકોન ડાયૉક્સાઈડ) સાથે ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ જુદાજુદા પ્રમાણમાં હોય છે અને તેનો રંગ લોહ યા મૅન્ગેનીઝના ઑક્સાઇડની હાજરીને આભારી છે. આ અકીકની ઉત્પત્તિ દખ્ખણ સોપાન શિલાઓ(ડેક્કન ટ્રેપ)ના લાવાના પ્રવાહોમાંથી છે. હિંદી દ્વીપકલ્પના મોટા વિસ્તાર પર આ શિલાઓનું આચ્છાદન આવેલું છે. અકીકની અનેક જાતો થાય છે. જોકે તેમાંની એક પણ જાતને કીમતી ઝવેરાતના વર્ગમાં મૂકી ન શકાય, છતાં તેમાંથી શણગારની ચીજો, ઘરેણાં અને બીજી કલામય વસ્તુઓ બનાવવાથી તેની ખૂબ કિંમત ઊપજે છે.

અકીક દખ્ખણ સોપાન-શિલાઓમાં ગોળાકાર ગાંગડા રૂપે મળી આવે છે. ભૂસ્તરીય કાળમાં જે ઉષ્ણ દ્રાવણ શિલાઓના પોલાણમાં ભરેલું હશે (આને અંગ્રેજીમાં જીઓડીઝ-Geodes કહેવામાં આવે છે) તે દ્રાવણમાંથી રેતી સ્ફટિક રૂપે જુદી પડવાથી યા એમ ને એમ જુદી પડવાથી આ ગાંગડા પેદા થયા હશે એમ માનવામાં આવે છે. ડેક્કન ટ્રેપની કાળમીંઢ શિલાઓમાં અકીકની જાતના કીમતી પથ્થરોના પુષ્કળ ગાંગડા આવેલા છે, અને શિલાઓનું વિઘટન થતાં, તેના પર વાતાવરણની અસર ન થતી હોવાને લીધે આથી અંદર આવેલા અકીક છૂટા પડે છે. જળકાંપ નીચે કાંકરાના પડમાં યા કોઈ નદીના પટમાં તેઓ વારંવાર મળી આવે છે. ડેક્કન ટ્રેપ વિસ્તાર પાસે આવેલી નદીઓમાંથી મોટા ભાગે અકીક ભેગા કરવામાં આવે છે. પરંતુ ખૂબ કીમતી ગણાતા અકીક તો ત્રેતાયુગીય લોહયુક્ત કાંકરાના પાતળા પડમાંથી મળે છે.

અકીકની જાતો અને તેનાં પ્રાપ્તિસ્થાનો

અકીકની અનેક જાતો મળી આવે છે: તેનું વર્ગીકરણ તેના રંગના આધારે કરવામાં આવે છે. રાતા અકીકને અંગ્રેજીમાં કારનેલિયન કહેવામાં આવે છે. આછા રાતા રંગથી માંડીને લોહી જેવા રાતા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રંગના અકીક આ વર્ગમાં આવે. લૅટિન ભાષામાં કારનિસ એટલે માંસ, એ ઉપરથી તેનો રંગ સૂચવાય છે. ભૂરા, લીલા, રંગબેરંગી એમ વિધવિધ પ્રકારના અકીક કુદરતમાંથી મળી આવે છે. ખંભાતના અકીકમાં બે જાતનો સમાવેશ થાય છે. એક ખંભાતની આસપાસ ૧૨૦ માઇલના વિસ્તારમાં ગુજરાતના જુદાજુદા ભાગમાંથી મળી આવતા અકીક: અને બીજા પ્રકારમાં, ત્યાંના અકીકિયા બહારથી પરચુરણ અકીકના પથ્થર લાવે છે તે. ખંભાતની આસપાસ મળી આવતા સ્થાનિક અકીકોમાં ચાલુ રંગનો અકીક અને ભૂરો અકીક એ બે ખૂબ અગત્યની જાતો છે.

છેલ્લાં બે હજાર વરસ થયાં રાજપીપળા રાજ્યના રતનપુરમાંથી ભરૂચ અને ખંભાતના અકીકિયા પોતાનો માલ મેળવે છે, અને તેમાંથી શણગાર અને બીજી કળામય ચીજો બનાવે છે. આ ઉપરાંત બીજી કેટલીક એવી જગ્યાઓ છે કે જ્યાંથી ખાસ પ્રકારના અકીક મળી આવે છે. આ પથ્થરો જુદાજુદા આકારના અને વજનમાં એકાદ પૈાંડના હોય છે.

સામાન્ય અકીક મોરબીના મહેદપુર નજીકમાંથી મળી આવે છે. આ ગામ ટંકારાથી ત્રણ માઇલ દૂર આવેલું છે. જમીનની સપાટીથી બે ફૂટ નીચેના જાડા પડોમાંથી આ અકીક નીકળે છે. મોરબી રાજ્યને રૉયલ્ટી આપીને ત્યાંના વેપારીઓ આ પથ્થર કોળી લોકો પાસે એકઠા કરાવે છે. આ અકીકને સુંદર પૉલિશ ચડે છે અને તેમાં ઘેરા લીલા યા રાતા ભૂરા શેવાળના અવશેષો દેખાય છે. આ ઉપરથી તેને શેવાળ અકીક (moss agate) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. રાજકોટથી ઉત્તરે વીસ માઇલ ટંકારાની બાજુમાંથી રાતા(heliotrope) અકીક મળે છે. આને લીલા છાંટદાર અકીક કહેવામાં આવે છે. સુવિખ્યાત ખંભાતના સ્ફટિક (ચકમકની જાતની એક પારદર્શક જાત) પણ ટંકારામાંથી નીકળે છે. આ જાતને પણ સરસ પૉલિશ ચડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કપડવંજના અકીક ખેડા જિલ્લામાં કપડવંજ નજીક મળી આવે છે. કપડવંજથી આશરે પંદર માઈલ દૂર માજમ નદીના પટમાંથી આ અકીક નીકળે છે. ખેડા જિલ્લાની નદીઓના કાંઠા ને પટમાંથી પણ આ જાતના અકીક જડી આવે છે. તે ગોળ, બદામ આકારના દડા જેવા હોય છે અને તેનું વજન એક રતલથી માંડીને ૧૦ રતલ સુધી હોય છે. ભીલ લોકો આને એકઠા કરીને ત્યાંના માંડવા વહોરાઓને વેચે છે અને વહોરાઓ ખંભાતના વેપારીઓને મોકલે છે. આ અકીક તરેહતરેહના હોય છે અને કેટલાકમાં તો સૂક્ષ્મ વનસ્પતિ અને જમીનના દેખાવોના આકારો દેખાય છે. આને મોચા (mocha) અકીક કહે છે. ખૂબ કીમતી ખંભાતના અકીક દોરાદાર તરીકે મશહૂર છે, અને અમદાવાદ જિલ્લાના રાણપુર તરફથી મળી આવે છે. તેના પર પણ સુંદર પૉલિશ ચડી શકે છે.

અકીક કાઢવાની રીત

ભરૂચથી આશરે ચૌદ માઇલ નર્મદાના ડાબા કાંઠે રાજપીપળાની હદમાં રાતા અકીક નીકળે છે. બાવા અબ્બાસની ટેકરી તરીકે ઓળખાતી એક નાની રેતિયા પથ્થરની ટેકરીની દખણી બાજુ પર આ ખાણો આવેલી છે. ત્યાં બોરિંગ કરવાથી રાતી અને પીળી માટીવાળું કાંકર ઊંડેથી નીકળે છે. આશરે ત્રીસ ફૂટ ઊંડા ને ચાર ફૂટ વ્યાસના ખાડા–કૂવા કરવા પડે છે. દરેક કૂવાના તળિયે પાંચ ફૂટ ઊંચી ને ચાર ફૂટ પહોળી ગૅલેરી બધી બાજુએ હોય છે. આ ગૅલેરીઓ ૨૦૦-૩૦૦ ફૂટ લાંબી હોય છે અને બીજી ખાણોની એવી ગૅલેરીઓ જેવી જ હોય છે. ખાણમાંથી અકીક ટોપલીઓ વડે ઉપર ચડાવવામાં આવે છે. પછી તેને ત્યાં ને ત્યાં જ કાપવામાં આવે છે, અને ઉપયોગી ભાગ રતનપુર લઈ જવામાં આવે છે. રતનપુરના કંટ્રાકટરો સામાન્યતઃ ખંભાતના વાણિયા અને વહોરા વેપારીઓ છે. આ પથ્થરને બે વિભાગમાં વહેંચી નાખવામાં આવે છે : જેને ભૂંજવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડે એવો એક વિભાગ, અને ન ભૂંજવા પડે એવો બીજો વિભાગ. મોરા, ચેશામદાર યા દોલા અને લસણિયા તરીકે ઓળખાતા અકીક-ને ભૂંજવામાં આવતા નથી. બાકીની બીજી જાતોને તેમનો રંગ લાવવા ભૂંજવા પડે છે.

અકીકને ભૂંજવાની ક્રિયા

ભૂંજવાની ક્રિયા ખૂબ ઉષ્ણતાએ કરવામાં આવે છે. આ ક્રિયાને લીધે ઘણા અકીક ઉપર કોઇ વિશિષ્ટ અસર થાય છે અને કેટલાકમાં તો રંગનો ફેરફાર થઇ જાય છે. રેતી ચૂના યા કોલસા સાથે મેળવીને અકીકના પથ્થરને ખૂબ ઉષ્ણતાએ બાળવામાં આવે છે. આથી રાતા રંગના અકીકનો રંગ આબેહૂબ ખીલે છે; અપાર-દર્શક ધૂંધળા અકીક એકદમ સ્વચ્છ પારદર્શક થાય છે. આ ફેરફારનું કારણ તેમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું ગરમી વડે થતું વિઘટન છે. કેટલીક વાર સૂર્યનાં કિરણોમાં તપાવવાથી પણ ભૂરા અકીક સફેદ બની જાય છે.

અકીક પર થતી ક્રિયાઓ

કાચા અકીક સામાન્ય રીતે ત્રણ ક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે: (૧) કાપવાની, (૨) પાસા પાડવાની અને (૩) પૉલિશ કરવાની. મીણ અને સૂતરના તાંતણા મેળવીને બનાવેલ સિમેન્ટ વડે લાકડાની મજબૂત ફ્રેઈમમાં અકીકના પથ્થરને ચોંટાડીને તેના પર કરવત ચલાવાય છે. દાંતા વિનાની લોઢાની પ્લેઇટ કરવત તરીકે આ કામ માટે વાપરવામાં આવે છે. કાપતી વખતે દળેલી એમરી રેતી (સમાદો) અને પાણીનું મિશ્રણ કાપ ઉપર ટપકાવવામાં આવે છે. આથી કરવતની કાપવાની તાકાતને પોષણ મળે છે અને કાપેલી સપાટી સાથોસાથ લીસી બનતી જાય છે. બીજી ક્રિયા માટે ખોન્ડિયા તરીકે ઓળખાતી ત્રાંસી લોઢાની સ્પાઈકમાં અકીકને ગોઠવવામાં આવે છે અને તેને જમીનમાં બેસાડવામાં આવે છે. જે ભાગ કાપવાનો હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેને આ સ્પાઇકની કિનાર સામે રાખવામાં આવે છે. પછી કારીગર તેને જરૂર લાગે ત્યાં સુધી ઘડે છે. આ કામ માટે અનુભવી કુશળ કારીગરોની જરૂર પડે છે. છેવટે અકીકની વસ્તુને સરાણ પર પૉલિશ કરવામાં આવે છે. ભૂરા કાળા રંગના તે સરાણ 'કરંજ' તરીકે ઓળખાતા લાખમિશ્રિત બારીક એમરીની તે સરાણ બનાવેલી હોય છે. કારીગર પૉલિશ કરવાની અકીકની વસ્તુને સરાણ આગળ ધરી રોલર ફેરવે એટલે સરાણ ફરે ને વસ્તુને પૉલિશ ચડે છે. પૉલિશ ખરબચડો, મધ્યમ અને બારીક એમ ત્રણ રીતે કરે છે. જેવો પૉલિશ તેવો 'કરંજ' વાપરવો પડે છે.

કુશળ કણબી કારીગરોનાં અને તાલીમ વિનાના મુસલમાન મજૂરોનાં સેંકડો કુટુંબો આ ધંધામાં પડેલાં છે. કારીગરોના ચાર વર્ગ કરી શકાય. અકીકને કાપનાર અને પૉલિશ કરનાર ડોલિયા, ઘાસિયા, સારડી પર કામ કરનાર વિન્ધારા અને અકીકની ચીજોને પૉલિશ કરનારા પટીમાર. આ દરેક ક્રિયા જુદાજુદા કારખાનામાં કરવામાં આવે છે. તેનો માલિક કારખાનાવાળો કહેવાય છે. પ્રત્યેક વિભાગમાં કારખાનાના ઉપરીઓની પંચાયત હોય છે અને એ બધાની ઉપરી અકીકિયા પંચાયત છે.

ખંભાતી અકીકમાંથી ગોળ મણકા, હાર, પોંચીઓ, માદળિયાં, તાવિજ, ફૂલદાનીઓ, પ્યાલારકાબીઓ, કલમદાન (પેન રૅક), ખડિયા, છરીના હાથા, પેપરવેઇટ વગેરે અનેક નાનીમોટી કારીગરીની ચીજો બને છે.

ઉપસંહાર

એક કાળે આખા યુરોપને હિંદ અકીકનાં સુંદર ઘરેણાં અને બીજી વસ્તુઓ પૂરી પાડતું. હજી પણ હિંદ જ આ વસ્તુઓ મોકલે છે. પરંતુ ખંભાતના આ ઉદ્યોગની કીર્તિ હવે ચાલી ગઇ છે. દક્ષિણ અમેરિકામાંથી બ્રાઝિલના અકીક તેનું સ્થાન લેવા લાગ્યા છે. બ્રાઝિલના અકીક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જર્મની મોકલવામાં આવે છે ને ત્યાં કાપવાનું અને પૉલિશ કરવાનું કામ થાય છે. આ ઉદ્યોગ ત્યાં વૈજ્ઞાનિક રીતે ચલાવાય છે એટલે તેની ખૂબ પ્રગતિ થઈ છે. ત્યાં બનાવટી રંગ ચડાવવાનું કામ ફતેહમંદ પાર ઊતર્યું છે. એટલે એક વખત દુનિયાભરમાં કીર્તિને શિખરે પહોંચેલા હિંદના આ પ્રાચીન ઉદ્યોગને મદદ કરવા અને ખીલવવા જો સમયસર પગલાં નહિ ભરવામાં આવે તો તેનો કુશળ કારીગરવર્ગ અદૃશ્ય થઇ જવાનો ભય ઊભો થયો છે. ઘણાં કારીગર-કુટુંબો ખંભાતને રામરામ કરી અમદાવાદ, મુંબઇ ને ભરૂચ ચાલ્યાં ગયાં છે અને મજૂરી યા બીજી રીતે રોટલો કમાવાની ઉપાધિમાં પડ્યાં છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૪

હીરા

મનુષ્યનો હીરા પ્રત્યેનો મોહ અતિ પ્રાચીન છે. આ મોહ મનુષ્યજાતને કેવી રીતે લાગુ પડ્યો એ એક કોયડો છે.

ખરતા તારા(meteors)ની રચના તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે તેમાં અન્ય મૂળ તત્ત્વોની સાથે લોહ પણ હોય છે. તેની ઉષ્ણતા અતિશય હોય છે. પણ જ્યારે તે ખરે છે ત્યારે ઠંડો પડતો જાય છે, એટલે જમીન પર આવતાં તે લોહના ટુકડા રૂપે મળી આવે છે. મુખ્યત્વે લોહવાળા ઝીણાઝીણા ખરતા તારા આકાશમાંથી જમીન પર સતત પડ્યા જ કરે છે. હીરાની મૂળ ઉત્પત્તિ પરત્વે કેટલાકનું માનવું એવું છે કે હીરા ખરતા તારાની વૃષ્ટિમાં પૃથ્વી પર આવે છે. ટૂંકામાં, હીરા માનવીને મળેલી દૈવી બક્ષિશ છે.

હીરાની ખાણોમાં જ્વાળામુખીય પાઇપો (volcanic pipes) તરીકે ઓળખાતા અમુક ખાડા હોય છે. આ ખાડા જંગી ખરતા તારાઓના પૃથ્વીની સપાટી સાથેના અફળાટથી ઉત્પન્ન થયા હોવાનું અનુમાન કરવામાં આવે છે. તારો જેટલો જંગી તેટલું વધારે મોટું એ છિદ્ર; અને તેટલો એ તારો તેની મૂળ અવસ્થામાં (ખંડિત થયા વિના) જમીનમાં ઊતરી જાય છે. નાના તારા જમીન પર પડતાં ભૂકો થઈ જાય છે એટલે તેમાંના હીરા જમીનની સપાટી પર બારીક રૂપે વિખેરાઈ જાય છે. આ અનુમાન જોકે વિચિત્ર લાગે છે: છતાં પુરાવો બોલે છે કે તારામાંથી હીરા ઉત્પન્ન થવાનું અનુમાન સાચું છે.

અમેરિકામાં આરીઝોના પાસે પાંચેક માઈલના વિસ્તારમાં એક ખુલ્લું પહોળું સપાટ ચોગાન આવેલું છે. ખરતા તારામાંથી બનેલા લોહના લગભગ એકએ હજાર ગઠ્ઠા ત્યાં પથરાએલા પડ્યા છે. તેનાં વજન એક ઔંસથી અરધા ટન સુધી છે. ભૂસ્તરીય કાળમાં કોઈ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રસંગે આ મેદાન ઉપર ખરતા તારાની વૃષ્ટિ થઈ હોવી જોઇએ. એટલે કે આ ગફા ખરતા તારાઓના ટુકડાઓ છે.

આ મેદાનની મધ્યમાં એક જંગી ખાડો છે. તેનો વ્યાસ પોણા માઇલ જેટલો અને ઊંડાઈ ૬૦૦ ફૂટ આશરે છે! તેનો આકાર જ્વાળામુખી પહાડના જેવો છે. કોઈ વજનદાર લોહનો ટુકડો જમીન પર અફળાઇને પડે અને તે સપાટી નીચે સમાઇ જતાં જેવો ખાડો પડે એવી તરેહનો એ છે. આ લોહના કકડાને તપાસતાં માલૂમ પડ્યું કે લોહ કરતાં યે કઠણ કોઇ વસ્તુ તેમાં રહેલી છે, અને પૂરી તપાસ પછી માલૂમ પડ્યું કે તેમાં અષ્ટકોણી ગોળ કિનારવાળા પારદર્શક કાળા લીસા હીરા આવેલા છે!

આ વિસ્મયકારક શોધ સાચી પુરવાર થઇ છે. ઉપરાંત, કાર્બન સિલિસાઇડ નામના પદાર્થના લીલા ષટ્કોણી સ્ફટિકો પણ તેમાંથી મળી આવ્યા છે. આ પુરવાર કરે છે કે આ લોહ કોઈ સમયે અતિશય ઉષ્ણતાએ હોવું જોઇએ. વખત જતાં ઉષ્ણતા ઓછી થતી ગઈ. વાતાવરણની અસરને લીધે લોઢું તો કાટ ખાય છે, પણ અંદર રહેલા હીરા પર કાંઇ અસર થતી નથી. એટલે તેના પર લાંબા સમય સુધી જમીનની સપાટી પર બીજી કોઇ અસર નહિ થવાથી તે પોતાની સ્થિતિમાં પડ્યા રહે છે અથવા તો આસપાસ પથરાઇ જાય છે.

આરીઝોનામાં ખરેલા તારા ને તેમાંથી મળી આવેલા હીરા એ સામાન્ય બનાવ નથી. એ તો કુદરતની લીલા હતી. પણ એ સુવિદિત છે કે આપણી પૃથ્વીનાં પડોની રચનામાં અને તારા-સમૂહોની રચનામાં કાંઈ તફાવત નથી. સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ વડે પૃથક્કરણ કરતાં માલૂમ પડે છે કે તારા અને પૃથ્વીનાં પડનાં તત્ત્વો સરખાં છે.

લોહને સખ્ત ઉષ્ણતા ને પુષ્કળ દબાણમાં રાખવાથી (જે સ્થિતિ પૃથ્વીની સપાટી નીચે ઊંડાણમાં પ્રવર્તે છે) કોલસો—કાર્બન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેમાં ઓગળી જાય છે અને તે હીરા રૂપે પરિવર્તન પામે છે. અખતરાઓથી પુરવાર થયું છે કે રસાયનશાસ્ત્રે આ રીતે તૈયાર કરેલા હીરાની અને ખાણમાંથી ખોદી કાઢેલા હીરાની ઉત્પત્તિ સરખા પ્રકારની છે.

એ સ્પષ્ટ છે કે જ્યાંથી હીરા જડે છે તે જ જગ્યાએ તે પેદા થયેલ નથી. જમીનમાં પુષ્કળ ઊંડાણમાં અમાપ દબાણથી તેની ઉત્પત્તિ થઇ હોવી જોઇએ. ત્યાંથી સપાટી પર આવતાં કે ખાણમાંથી ખોદી કાઢતાં કેટલાક હીરા ફાટે છે એ પણ અમાપ દબાણનું જ અસ્તિત્વ સૂચવે છે. મોટે ભાગે હીરા અખંડ પાસાદાર સ્ફટિક રૂપે નહિ, પણ સ્ફટિક તૂટતાં થએલા ટુકડા રૂપે મળી આવે છે. અમુક દાખલાઓમાં આ ટુકડાઓ ભેગા કરીને મેળવવાથી આખો સ્ફટિક બને છે.

હીરાની સૌથી વિખ્યાત ખાણો દક્ષિણ આફ્રિકામાં કિમ્બર્લીમાં છે, જ્યાંના હીરા દુનિયાભરમાં જાય છે. સાડા ત્રણ માઇલના વિસ્તારમાં ત્યાં પાંચ ખાણો આવેલી છે. હિંદમાં ગોવળકોંડા ને પન્નાની હીરાની ખાણો જાણીતી છે, પણ આજે તેમની અગત્ય ઘટી ગઈ છે. આજે તો દુનિયાના ૯૬ ટકા હીરા આફ્રિકા પૂરા પાડે છે.

આ ખાણોનાં મુખ અનિયમિત ગોળ કે લંબગોળ હોય છે ને એ સીધી ઊંડી જાય છે. ઊંડાઇ પુષ્કળ હોય છે. જેમ ઊંડાઇ વધતી જાય છે તેમ તેનું વર્તુલ સાંકડું થતું જાય છે. અને એ 'જ્વાળામુખીના ગળા'(volcanic necks)માં હીરા દટાયેલા માલૂમ પડે છે.

ઈ. ૧૯૦૩માં કિમ્બર્લીની ખાણોમાં ૨૬૦૦ ફૂટની ઊંડાઇ સુધી ખોદાણ થયું હતું. નીચે બધે ધૂળ, કાદવ ને કચરો હોય છે, ને કાળા શાહી જેવા, અર્ધનગ્ન, પરસેવે નીતરતા મજૂરો કોશ, કોદાળી ને હથોડા લઇને ત્યાં સખ્ત કામ કરી રહ્યા હોય છે.

હીરા જેમ મોટા તેમ તેનું મૂલ્ય વધારે. અને એવા હીરા બહુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અસામાન્ય પણ નથી. પણ એક ઔંસ(૧૫૧.૫ કૅરૅટ)ના હીરા તો કિમ્બર્લીમાં અનેક વાર મળી આવે છે. ૧.૩૭ પૌંડ વજનનો (૩૦૨૫ કૅરૅટ) 'કુલ્લિનન' નામે દુનિયાનો મોટામાં મોટો હીરો પણ અહીંથી જ મળ્યો હતો. અને આ તો આખા સ્ફટિકનો એક જ ભાગ છે; બીજો ભાગ હજી મળી આવ્યો નથી. આ હીરો ઈ. ૧૯૦૫માં મળી આવ્યો હતો. પાસા પાડ્યા પહેલાં તેનું વજન દોઢ શેર ઉપર હતું અને બરફના ગોળા જેવો લાગતો હતો.

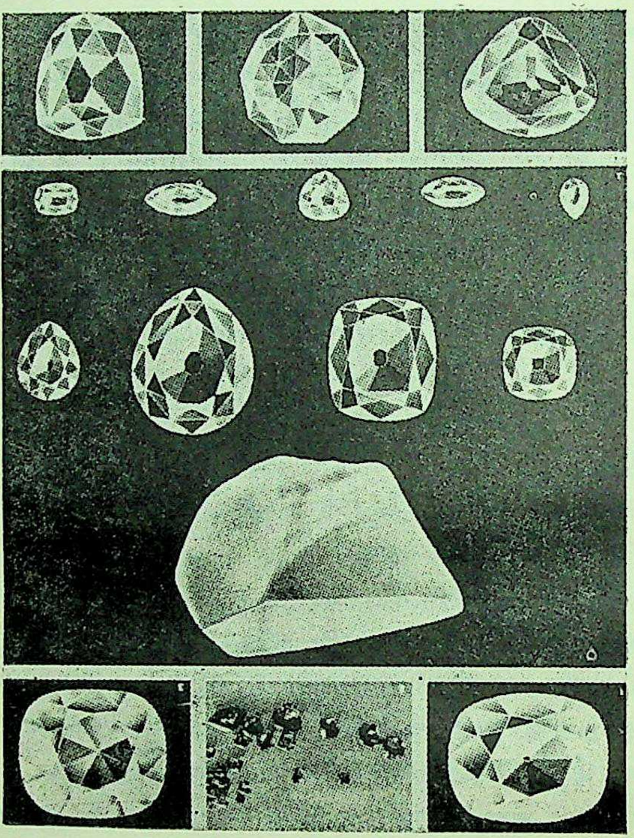
દુનિયાના મોટા સફેદ હીરાઓમાં 'પિટ' અને 'કોહીનૂર' (કોહ-નૂર=પ્રકાશનો પર્વત) સુપ્રસિદ્ધ છે. પિટ જડ્યો ત્યારે એનું વજન ૪૨૨ કૅરૅટ હતું; ને પાસા પડતાં અત્યારે તે ૧૩૬.૨૫ કૅરૅટનો છે. કોહીનૂર મૂળ ૧૮૬ કૅરૅટનો હતો પણ પાસા પાડ્યા બાદ ૧૦૬ કૅરૅટનો રહ્યો. તે ગોવળકૉન્ડાની પેદાશ છે. રંગીન હીરામાં હોપ ૪૪.૫ કૅરૅટનો વાદળી રંગનો છે.

કિમ્બર્લીએ દુનિયાને લગભગ ૧૦ ટન હીરા આપ્યા છે! આની કિંમત લડાઈ પહેલાંના ભાવે ૪૦ કરોડ રૂપિયા થાય અને આટલી બધી દોલત સાચવવા માત્ર ૫×૫×૬ ફૂટ લાકડાની પેટી બસ થાય! એટલે જ્યાંથી આ દોલત નીકળે છે ત્યાંના મજૂરોને કાયદાના બંધનમાં રહેવું પડે એ બહુ આશ્ચર્યકારક લાગતું નથી.

હીરા શણગારમાં વપરાય છે એ તો સૌ જાણે છે. રાજા-મહા-રાજાઓના મુકુટો તે શોભાવે છે. ધનાઢ્ય લોકો હીરાના દાગીનાનો આનંદ માણે છે. પણ મનુષ્યની તૃષ્ણા સંતોષવા માટે થતા હીરાના આ સામાન્ય ઉપયોગ ઉપરાંત વિજ્ઞાનના આ યુગમાં હીરા બીજા ઘણા ઉપયોગમાં આવે છે. હીરો સૌથી કઠણ વસ્તુ છે. જેમ સુથારનો રંધો લાકડાનો છોલ કાઢે છે તેમ હીરો કાચ જેવી સખત વસ્તુને પણ છોલી શકે છે. એટલે એવી સખત ચીજોને કાપવા માટે હીરાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ટેન્ટૅલમ (tantalum) નામની ધાતુ તો આ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



કેટલાક જગજાણીતા હીરા

મથાળે ડાબી બાજુથી : (૧) હિંદની ગોવળકૉંડાની ખાણનો કોહીનૂર હીરો —ઇ. ૧૮૬૨માં હતો તે રૂપમાં, ૧૦૬ કૅરૅટ વજનમાં; (૨) દુનિયાની સૌથી સમૃદ્ધ દક્ષિણ આફ્રિકાની કિમ્બર્લીની હીરાની ખાણમાંથી નીકળેલા થોડા હીરા-પહેલ પાડ્યા વિનાના, જે રૂપે નીકળે છે તે રૂપમાં. (૩) દક્ષિણ આફ્રિકામાં ઑરેન્જ ફ્રી સ્ટેટમાં આવેલી જૅગર્સફૉન્ટેઈનની ખાણમાંથી મળેલો જગનામી 'એક્સેલસીઅર' હીરો, જેનું વજન પહેલ પાડ્યા અગાઉ ૯૭૧ કૅરૅટ હતું. વચ્ચે દુનિયાનો મોટામાં મોટો હીરો 'કુલ્લિનન'–એ નીકળ્યો તે સમયના,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બાબતમાં હીરા કરતાં પણ ચડે છે. એ ધાતુના પતરામાં કાણું પાડવા હીરાની સારડી મિનિટના ૫૦૦૦ આંટાથી ત્રણ દિવસ અને રાત સતત ફેરવવામાં આવી. છતાં કાંઇ જ અસર ન થઇ! એમાં હીરાને નુકશાન પહોંચ્યું કે ટેન્ટૅલમને એ હજી પ્રશ્ન રહ્યો છે!

હિંદમાં હીરા નદીઓની રેત ને કાંપમાં મળી આવે છે, ને તેને પાણી વડે તારવવામાં આવે છે. આમ દક્ષિણ આફ્રિકાના હીરા કરતાં હિંદના હીરાની ઉત્પત્તિ જુદી લાગે છે. આ ઉપરાંત બ્રાઝીલ, ગાયાના, ન્યૂ સાઉથ વેલ્સ અને આરાકાનમાંથી પણ હીરા નીકળે છે.

હીરાની કિંમત પહેલ પાડ્યા પછી જ અંકાય છે. પહેલ પાડવાની પણ એક કળા છે. પહેલ કુશળતાપૂર્વક ન પાડી હોય તો હીરાની કિંમત ઘટી જાય છે. હીરાની જ ધારવાળી છરી વડે પ્રથમ હીરાની અણીઓ કાપવામાં આવે છે ને પછી ઘસીઘસીને એના પર પહેલ પાડવામાં આવે છે. આ કામ માટેની સરાણો ઉપર હીરાની જ ભૂકી ને તેલ લગાડવામાં આવે છે. કારણ કે તે સિવાય બીજો કોઇ પદાર્થ હીરા પર અસર કરી શકતો નથી. આ કળા માટે ઍન્ટવર્પ (બેલ્જિયમ) બહુ પંકાય છે. હોલાંડની રાજધાની આમ્સ્ટર્ડામમાં પણ આ કામના કુશળ કારીગરો છે.

કુદરતમાં હીરા કેવી રીતે પેદા થાય છે એ આપણે જોઈ ગયા. એમાં વર્ણવેલું હીરાની ઉત્પત્તિ સંબંધીનું અનુમાન સાચું હોય તો હીરાની બનાવટમાં ખૂબ ગરમી અને દબાણની જરૂર પડે છે એમ ઠરે છે. પરિણામે, પ્રયોગશાળામાં હીરાની બનાવટ માટે પુષ્કળ સંશોધનને વેગ મળ્યો છે; અને ખાસ કરીને ફ્રાંસના વિખ્યાત

પહેલ પાડ્યા વિનાના રૂપમાં; ને તેની નીચે, તેને કાપીને તેમાંથી બનાવેલા નવ જુદાજુદા હીરા. નીચે ડાબી બાજુથી: (૧) ૮૯.૫૯ કૅરેટનો 'નાસ્સક' હીરો, જે હાલ અમેરિકામાં છે; (૨) ઑસ્ટ્રિયાના શાહી કુટુંબનો ૧૩૩$\frac{1}{2}$ કૅરેટ વજનનો 'ટસ્કની' અથવા ફ્લૉરેન્ટાઇન હીરો; (૩) યુરોપનો ઇતિહાસપ્રસિદ્ધ ૫૩ કૅરેટનો 'સૅનસી' હીરો: જે કાર્ડિનલ મઝારીન, ફ્રાન્સનો લૂઈ ૧૪મો, ઇંગ્લંડની રાણી ઇલિઝાબેથ વગેરેને હાથ ફરેલો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રસાયનશાસ્ત્રી પ્રોફેસર મોઈઝાં(Moissan)એ પોતાની વીજળિક ભઠ્ઠીની શોધથી અતિશય ઉષ્ણતા પેદા કરવાની રીત શોધી કાઢવાથી તો હીરાની બનાવટની શોધખોળને ખૂબ ઉત્તેજન મળ્યું છે.

પ્રોફેસર મોઇઝાંની ભઠ્ઠીની રચના સાવ સાદી છે. ચૂનાના પત્થર-(limestone)માંથી ચોરસ યા લંબચોરસ ચોકો બનાવીને તેની સામસામી બાજુમાં કાર્બનના નળાકાર ઇલેક્ટ્રોડ દાખલ કરી, તેમાં વીજળીનો પ્રવાહ શરૂ થતાં, બંને ઇલેક્ટ્રોડને નજીક લાવતાં વીજળીની વક્ર લીટી (arc) પેદા થાય છે. જે વસ્તુ ગરમ કરવાની હોય તેને ચોકાની વચમાં વક્ર લીટીની નીચે રાખવાથી સખત ગરમી મળે છે. એમાં લગભગ ૩૫૦૦ ડિગ્રીની ઉષ્ણતા પેદા કરી શકાય છે.

હવે પ્રશ્ન એ ઉદ્ભવ્યો કે કઇ વસ્તુમાંથી હીરા બનાવવા? એનું નિરાકરણ તો હીરાનાં તત્ત્વો તપાસીને જ થઇ શકે. હીરા પર લગભગ બધા રાસાયનિક પદાર્થો અસર વિનાના છે. હવા વિનાના વાતાવરણ-માં હીરાને ગરમ કરવાથી તે કાળો પડી જાય છે. હીરાને બાળવાથી તેમાંથી કાર્બોનિક ઍસિડ ગૅસ વાયુ (CO_2) પેદા થાય છે; એ બતાવે છે કે હીરો કોલસાનું સ્ફટિકમય રૂપ હોવું જોઇએ. મોઇઝાંએ આ અનુમાનની સત્યતા તપાસવા શુદ્ધ કોલસાને વીજળીની ભઠ્ઠીમાં ગરમ કર્યો. પણ તેથી તો માત્ર ગ્રેફાઇટમાં તેનું રૂપાંતર થયું. પણ પછી અનેક પ્રયાસો બાદ નીચે આપેલી રીત અનુસાર ફ્રેંચ વિજ્ઞાની હીરા બનાવવામાં ફતેહમંદ થયા.

હીરા બનાવવા માટે પ્રથમ જરૂરિયાત લોહની પસંદગી છે. આ લોહ તદ્દન વિશુદ્ધ હોવું જોઇએ. તેમાં ગંધક, સિલિકોન, ફૉસ્ફરસ કે કોઈ ભેળસેળનો અંશ પણ ન હોવો જોઇએ. શુદ્ધ કરેલી સાકરને બાળીને બનાવેલા તદ્દન ચોખ્ખા કોલસા (sugar charcoal) સાથે એવા લોહને, કોલસામાંથી બનાવેલી મૂસ(crucible)માં ભેળવવામાં આવ્યો. પછી આ મૂસને વીજળિક ભઠ્ઠીમાં મૂકી ૭૦૦ ઍમ્પીઅર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને ૪૦ વોલ્ટના દબાણવાળો વીજળીનો પ્રવાહ વાપરીને ગરમી આપવામાં આવી. આ ઉષ્ણતાએ લોહ એકદમ પીગળી જાય છે અને કોલસો તેમાં ઓગળી જાય છે. કોલસાનું તત્ત્વ કાર્બન છે, એટલે કાર્બનનું તેમાં દ્રાવણ થવા માંડયું. થોડા સમય બાદ ઉષ્ણતા ૪૦૦૦ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેઇડ સુધી વધારવામાં આવી. આવી સખ્ત ગરમીને લીધે લોહ મીણની માફક ઓગળવા માંડયું અને લોહની બાષ્પના ગોટા ઊડવા માંડ્યા. એટલે વીજળીનો પ્રવાહ બંધ કરીને, આંખો આંજી નાખે એવી એ ધગધગતી મૂસને પાણીની સપાટી નીચે એટલો વખત ધરી રાખવામાં આવી કે લોહ લાલચોળ થઇ જાય. એ સુવિદિત છે કે પ્રવાહી સ્થિતિમાંથી ઘન અવસ્થામાં આવતાં લોહ કદમાં વધે છે. એકદમ ઠંડું પાડવાથી લોહનાં બહારનાં પડો ઘન થઈ જાય છે અને અંદરના પ્રવાહી લોહને બરાબર સકંજામાં પકડી રાખે છે. પછી અંદરનો પ્રવાહી ઘન રૂપ લેતાં વિસ્તરે છે એટલે પુષ્કળ દબાણ ઉત્પન્ન થાય છે. આ દબાણના ભારને લીધે લોહમાં દ્રાવણ થઇ ગએલો કાર્બન અત્યંત સૂક્ષ્મ પારદર્શક હીરાના સ્વરૂપમાં જુદો પડી જાય છે. કોલસાનું આ રૂપાંતર એ જ હીરા–ગુણ અને સ્વરૂપમાં કુદરતી હીરા જેવા જ હીરા.

પછી હીરા જુદા પાડવાની ક્રિયા કરવામાં આવે છે. ઉપરનો લોહનો ગઠ્ઠો નાઇટ્રિક અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડમાં ઓગળી જાય ત્યાં સુધી રાખવામાં આવે છે. બાકી રહેલા ભાગમાં મોટે ભાગે ગ્રેફાઇટ, કાર્બન, કાળા હીરા અને પારદર્શક સફેદ પાસાદાર હીરાના ઝીણા દાણા આવેલા હોય છે. આ મિશ્રણને કેટલાક કલાકો સુધી ગંધકના તેજાબ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. એ ક્રિયા દરમિયાન સાવચેતીપૂર્વક સુરોખાર ઉમેરવામાં આવે છે. પછી તેને પાણીથી બરાબર ધોઇ નાખે છે. આ ક્રિયા ૬–૮ વખત કરવામાં આવ્યા બાદ જે દાણા રહે તેને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં તપાસતાં તે પાસાદાર સ્ફટિક હીરા

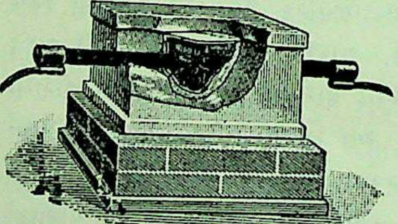
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માલૂમ પડે છે. આવી રીતે પ્રયોગશાળામાં તૈયાર કરેલો મોટામાં મોટો રોહી ૦.૭મીલીમીટરનો હતો. આનાથી વિશેષ મોટા હીરા બનાવવાનો પ્રયત્ન નિષ્ફળ થયેલ છે. પ્રોફેસર મોઈઝાંના આ પ્રયોગનું ક્રૂક્સ, પારોઝા, રફ ઇત્યાદિ વિજ્ઞાનીઓએ સફળ પુનરાવર્તન કરી બતાવ્યું છે (૧૯૧૭).

કાળા યા ભૂરા રંગના હીરા કારબોનાડો યા તો બોર્ટ તરીકે ઓળખાય છે અને હીરા તરીકે તેમની કિંમત તદ્દન નજીવી ઉપજે છે. પરંતુ બોર્ટ પુષ્કળ કઠણ હોય છે. એટલે તેનો ઉપયોગ પથ્થર કાપવાની સારડી, ટંગ્સ્ટન ધાતુના તાર ખેંચવાની ડાઈ, ઇત્યાદિ કામમાં થાય છે. આ બોર્ટનો ભૂકો હીરાને પૉલિશ કરવા કે તેના પાસા પાડવાના ઉપયોગમાં પણ લેવાય છે.

હીરા, માણેક, નીલમ, પન્ના વગેરે ઝવેરાત હજારો વર્ષથી લોકપ્રિય થઇ પડેલાં છે. એ લોકપ્રિયતાનાં કારણો તપાસીએ તો જણાશે કે એ ઝવેરાતની સુંદરતા એ એક કારણ છે; બીજું કારણ કાંઈક અંશે પ્રજાની માન્યતાઓ છે. અજ્ઞાન લોકો આ અને બીજા એના જેવા ઝવેરાતમાં અખૂટ શક્તિ હોવાનું માને છે. આપણે જાણીએ છીએ કે આપણી અજ્ઞાન પ્રજા, અને કાંઈક અંશે સમજુ પ્રજાવર્ગ પણ, ગ્રહોની મનુષ્ય પર ખૂબ અસર થાય છે એમ માને છે, ને એ નિવારવા તનતોડ મહેનત કરે છે. કોઈ માને છે કે પોતાને શુક્ર નડે છે, કોઇ પોતાને બુધ નડતો હોવાનું માને છે, કોઇને રાહુ નડે છે, અને એ નડતરનો નાશ કરવા વીંટીઓમાં શુક્ર, બુધ, મંગળ વગેરેનાં નંગ પહેરે છે.



હીરાની રાસાયનિક બનાવટ માટે પ્રો. મોઇઝાંએ શોધેલી વીજળિક ભઠ્ઠી

હિંદમાં મોટે ભાગે સ્ત્રીઓ ઘરેણાં ખૂબ પહેરે છે. મદ્રાસ ઇલાકામાં તો પુરુષો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ ઝવેરાત પહેરે છે, અને કાનની બુટ્ટી તો લગભગ બધા પુરુષો પહેરે છે.હીરાનો વેપાર મદ્રાસમાં ધમધોકાર ચાલે છે. હીરામાં અખૂટ શક્તિનો ખજાનો હોવાની લોકોમાં માન્યતા છે. હીરામાં કેટલી અખૂટ શક્તિ છે તેનો ખ્યાલ આપતું એક વૃત્તાંત મેન્ડીવીલી નામના એક મુસાફરે ૧૪મા સૈકામાં કરેલી પોતાની હિંદની મુસાફરીમાં નીચે પ્રમાણે આપ્યું છે, તેમાંથી હીરા સંબંધે પ્રવર્તતી માન્યતાનો કાંઇક ખ્યાલ આવે છે.

'જે માણસ હીરા પહેરે છે તેનામાં મનુષ્યત્વ અને તાકાત ઉત્પન્ન થાય છે. તેના શરીરનાં અંગોને નુકશાન થતું નથી. હીરો યુદ્ધ તેમજ શાંતિકાળમાં માણસના દુશ્મનોને મ્હાત કરે છે. જો હીરો પહેરનારનું ધ્યેય સાફ હોય તો જે હીરો પહેરે છે તેનું મન શુદ્ધ રહે છે. વળી હીરાથી કજિયાકંકાસ, તોફાનો થતાં નથી કે ખરાબ સ્વપ્નાં આવતાં નથી, દુઃખ પડતાં નથી ને ભૂતપ્રેતની અસરોનો તે નાશ કરે છે.' મેન્ડીવાલીએ એક બીજો પણ વૃત્તાંત લખ્યો છે, જેના ઉપરથી ૧૪મા સૈકામાં હીરાની કસોટી કેવી વૈજ્ઞાનિક રીતે થતી તેનો ખ્યાલ આવે છે. તે વખતના હિંદીઓને હીરા સંબંધી સંપૂર્ણ જ્ઞાન હતું એમ આથી પુરવાર થાય છે:

'લોકોએ હીરાની કસોટી નીચે પ્રમાણે કરવીઃ (૧) પહેલાં હીરો લઇ તેને માણેક, પન્ના વગેરે ઝવેરાત ઉપર ઘસવો. જો હીરાથી માણેક વગેરે ઉપર આંકા પાડી શકાય તો હીરો ખરો છે એમ માનવું. (૨) બીજી રીત એ છે કે લોહકાંત (loadstone) લેવો, જે સોયને આકર્ષે છે. પછી એ લોહકાંત ઉપર હીરાને મૂકીને લોહકાંત પાસે સોયને લઇ જતાં લોહકાંત સોયને આકર્ષી નહિ શકે.'

હીરો વૈજ્ઞાનિક જગતમાં સૌથી કઠણ વસ્તુ ગણાય છે. તે બીજી વસ્તુઓ પર કાપા પાડી શકે છે અને એના ઉપર બીજી કોઇ પણ વસ્તુ કાપા પાડી શકતી નથી એ પુરવાર થયું છે, એટલે ઉપર દર્શાવેલી પહેલી કસોટી વૈજ્ઞાનિક છે. બીજી કસોટી પણ વૈજ્ઞાનિક છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રખ્યાત હિંદી વિજ્ઞાની સર રામને પુરવાર કર્યું છે કે હીરો, કાર્બનના બીજા પ્રકારો અને કાર્બનના કેટલાક સંયુક્ત પદાર્થો લોહચુંબક સમક્ષ લાવવામાં આવે તો લોહચુંબક પર વિરોધી (repulsive) અસર કરે છે. આ પદાર્થો diamagnetic કહેવાય છે. સર રામન થોડાં વર્ષો થયાં હીરાઓ ઉપર અને તેમાં ખાસ કરીને હીરાની સ્ફટિક-રચના પર ખૂબ સંશોધન કરી રહેલા છે. તેમણે બતાવી આપ્યું છે કે હીરો કાર્બનનું સુંદર સ્ફટિકમય રૂપાંતર છે. તેમની પાસે અત્યારે અનેક જાતના હીરાનો મોટો સંચય છે, જેનો ઉપયોગ તેઓ સંશોધન માટે કરે છે.

સાચો હીરો કાર્બનનું સ્ફટિકમય રૂપાંતર છે. મોઈઝાંએ બનાવેલ હીરા પણ સાચા હતા. સાચા હીરામાં માત્ર કાર્બન જ હોય છે. પણ આજકાલ બજારમાં 'ઇમીટેશન હીરા' ખૂબ વેચાય છે. તેમાં અંશ માત્ર કાર્બન હોતો નથી. તેઓની બનાવટ એક જાતના ભારે ચકચકિત કાચમાંથી કરવામાં આવે છે. સાચા અને ઇમીટેશન હીરાને ઓળખવા રેડિયમ ખૂબ ઉપયોગી થાય છે: રેડિયમની હાજરીમાં અંધારામાં સાચો હીરો ફૉસ્ફરસની માફક તેજ આપે છે: ઇમીટેશન હીરાને આવું તેજ સાંપડતું નથી. હીરા સિવાય અન્ય રત્નોની બાબતમાં પણ કુદરતનું અનુકરણ પ્રયોગશાળામાં વિજ્ઞાને સિદ્ધ કર્યું છે અને આજે નીલમ તથા માણેક બનાવવાનો ઉદ્યોગ પૂર જોશમાં ચાલે છે. આ બનાવટોનું રાસાયનિક બંધારણ કુદરતી નમૂનાઓ પ્રમાણે જ હોય છે. જેમ હીરો બનાવવા માટે શુદ્ધ કોલસાની જરૂર છે, તેમ આ બનાવટમાં શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ ઑકસાઇડની પ્રાથમિક જરૂરિયાત છે. પછી તેમાં યોગ્ય પ્રમાણમાં બીજા પદાર્થો મેળવીને ખુબ સખત ગરમી આપવાથી નીલમ-માણેક બનાવી શકાય છે. ટૂંકમાં, જો કે મોટા પાયા પર હીરા બનાવવામાં વિજ્ઞાન હજી સુધી નિષ્ફળ નીવડ્યું છે છતાં એવાં બીજાં રત્નો મોટા પાયા પર બનાવવામાં તો તે કુદરતનું અનુકરણ આબાદ કરી શક્યું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માણેક બ્રહ્મદેશમાં—ખાસ કરી માંડલેમાંથી અને સિયામમાંથી મળી આવે છે. રંગે તે ખૂબ ચમકદાર લાલ રંગનાં હોય છે. એને જ મળતાં આસમાની રંગનાં રત્નો સિયામમાંથી નીકળે છે તેને નીલમ કહે છે. એ રંગ ઘેરો વાદળી હોય તો તેને શનિનું નંગ પણ કહે છે.

પોખરાજ રંગે સફેદ હોય છે; કોઈ કોઈ પીળા રંગના પણ હોય છે. પીળા પોખરાજને બૃહસ્પતિ કહે છે. આ જાતનાં રત્નો સિલોન તરફ મળી આવે છે.

બેરીલિયમ

સુંદર લીલા રંગનું પાનું તમે જોયું છે? એ હીરા ખૂબ કીમતી હોઇ માત્ર શ્રીમંત લોકો પાસે જ હોય છે. આ પન્ના એટલે બેરીલિયમ નામની એક વિરલ ધાતુના ખનિજ 'બેરિલ'ની જાતો. બેરિલમાં ઍલ્યુમીનિયમ તથા રેતીનું બેરીલિયમ સાથે સંયોજન હોય છે. લીલા પાનાનો રંગ તેમાં રહેલા ક્રૉમિયમને આભારી છે. બેરીલિયમ ખરેખર અત્યંત વિરલ ધાતુ છે. આખી દુનિયાની બેરીલિયમની પેદાશ લગભગ ૨૦૦ ટન છે. તેના ખનિજમાં તે માત્ર પાંચ ટકા જેટલું જ હોય છે. હિંદુસ્તાનમાં બેરિલ ઠીક પ્રમાણમાં નીકળે છે.

જો બેરીલિયમ ધાતુ મોટા જથ્થામાં બનાવી શકાય તો તેની ઉપયોગિતાની શક્યતાઓ પુષ્કળ છે એમ બધા સ્વીકારે છે. રંગે કલાઈ જેવી આ ધાતુ ઍલ્યુમીનિયમ કરતાં પણ હલકી ધાતુ છે. ત્રાંબામાં જરા જેટલું બેરીલિયમ ઉમેરવાથી બનતી મિશ્ર ધાતુ ખૂબ મજબૂત થાય છે અને ઘણા ઉપયોગમાં આવે છે. બેરીલિયમ નાઇટ્રેટ પેટ્રોમૅક્સના મૅન્ટલને મજબૂત કરવા માટે વપરાય છે. બેરીલિયમ હવે ગજવેલની બનાવટમાં યે વપરાવા લાગ્યું છે. ક્ષ-કિરણોની ટયૂબો માટે બારીની બનાવટમાં પણ મર્યાદિત ઉપયોગમાં તે લેવાય છે.

બેરીલિયમ પહેલાં ગ્લુસીનમ તરીકે ઓળખાતું, કારણ કે તેના સલ્ફેટ ક્ષાર સ્વાદમાં સાકર જેવો છે. ઈ. ૧૭૯૮માં બેરીલિયમ સૌ પહેલું છૂટું પાડવામાં આવ્યું. આજે તે આપણા જીવનમાં એટલી મહત્તા મેળવી શક્યું નથી, કેમકે તેના વિકાસમાં મુખ્ય મુશ્કેલી તેના ખનિજની દુષ્પ્રાપ્યતા છે. જ્યારે બીજી ધાતુઓનાં જુદાંજુદાં ખનિજ ખૂબ મળી આવે છે ત્યારે બેરીલિયમનું ખનિજ એક માત્ર બેરિલ જ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૫
રેતી

આગાઉ આવી ગયું છે કે વાતાવરણમાં સ્વતંત્ર રીતે તેમજ બીજા પદાર્થોમાં સંયુક્ત સ્થિતિમાં, આપણી પૃથ્વી પર ઑક્સિજન વાયુ ખૂબ વિસ્તૃત પ્રમાણમાં છે. ટૂંકામાં આપણી ધરતીની રચનામાં બીજા કોઈ પણ મૂળતત્ત્વ કરતાં ઑક્સિજન વિશેષ આવેલો છે; લગભગ અર્ધોઅર્ધ જેટલું તેનું પ્રમાણ છે.

પૃથ્વીમાં એ ઑક્સિજનથી બીજે નંબરે વ્યાપી રહેલું તત્ત્વ સિલિકૉન (Silicon) આવે છે. ઑક્સિજનની સાથે સંયોજનમાં અનેક રૂપે તે મળી આવે છે. સિલિકૉન સ્વતંત્ર અવસ્થામાં ક્યાંય મળતો નથી. પરંતુ આપણી પૃથ્વીની રચનામાં આવેલા ગ્રેનાઇટ અને એવા અન્ય પ્રાથમિક કાળના પથ્થરોમાં સંયોજિત અવસ્થામાં ૨૦–૩૦ ટકા સિલિકૉન હોય છે. આપણા રોજ-બ-રોજના ઉપયોગમાં આવતા આ સિલિકૉનના પદાર્થોમાં રેતી અગ્રપદે આવે છે. રેતી એટલે સિલિકૉનની ભસ્મ: રાસાયનિક ભાષામાં સિલિકૉન ડાયૉક્સાઇડ, અને સામાન્ય ભાષામાં સિલિકા. આ ઉપરાંત પારદર્શક કાચમણિ, ચકમક, અકીક વગેરે ઉપયોગી પદાર્થો પણ એ સિલિકા(રેતી)નાં જ વિવિધ રૂપાંતરો છે.

રેતી પર તેજાબોની અસર થતી નથી; પરંતુ કૉસ્ટિક પોટાશની સાથે તે સંયોજનમાં જોડાય છે એટલે તેમાંથી સિલિકેટ ક્ષારો બને છે. સોડા અને રેતીને ભઠ્ઠીમાં ઓગળી જાય ત્યાંસુધી ગરમ કરવાથી સોડિયમ સિલિકેટ બને છે. આ સિલિકેટ 'પાણીમાં દ્રાવ્ય કાચ' તરીકે ઓળખાય છે. તેનો ઉપયોગ ઇંડાં સાચવવા માટે અને કાપડના ઉદ્યોગમાં, મકાનમાં પથ્થરકામના સમારકામમાં તીરાડો ભરવામાં, વાર્નિશ, સિમેન્ટ તેમજ સાબુની બનાવટમાં થાય છે. આપણી ધરતી-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ની રચનામાં આવેલી શિલાઓ અને રંગી પથ્થરો અનેક સિલિકેટોનાં મિશ્રણ છે. આ શિલાઓ પર વાતાવરણની અસર થવાથી તેઓ તૂટી પડે છે અને એ તૂટેલા ભાગો પાણીના પ્રવાહમાં ઘસાતા જાય છે. પરિણામે આ બારીક ભૂકાના બીજા અંશો નીકળી ગયા પછી જે ચકમક રહે તેનો ઝીણો ભૂકો એટલે રેતી.

રેતી કુદરતમાં બે પ્રકારની મળી આવે છે: (૧) સ્ફટિકમય અને (૨) અસ્ફટિક–કોઇ પણ જાતના સ્ફટિકમય આકાર વિનાની. સ્ફટિકમય રેતીની મુખ્ય ત્રણ જાતો: (૧) ક્વાર્ટ્ઝ(ચકમક); (૨) ટ્રીડાયમાઇટ ને (૩) ક્રિસ્ટોબેલાઇટ. જુદીજુદી ગરમીએ આ ત્રણે જાતોનું અરસપરસ રૂપાંતર કરી શકાય છે. ક્વાર્ટ્ઝને ૧૧૦૦ ડિગ્રીએ ગરમ કરવાથી તેમાંથી ટ્રીડાયમાઇટ બનાવી શકાય છે. ક્રિસ્ટોબેલાઇટ કેટલાક ખરતા તારા અને જ્વાળામુખી શિલાઓમાંથી મળી આવે છે. પણ એ ત્રણેમાં ક્વાર્ટ્ઝ ખૂબ વ્યાપક રીતે મળી આવે છે. તેના સ્વચ્છ રંગવિહીન સ્ફટિકો નીકળે છે. આવો સફેદ ક્વાર્ટ્ઝ પેબલનાં ચશ્માં ને પ્રકાશ-વિદ્યાના અભ્યાસ માટે ઉપયોગી કાચનો સામાન તથા સાધનોની બનાવટમાં વપરાય છે; અને તેની રંગીન જાતો ઝવેરાતમાં ખપે છે.

વનસ્પતિ અને પ્રાણીસૃષ્ટિમાં પણ રેતી મળી આવે છે. વાંસડાઓમાં અને ઘાસનાં સૂકાં પાંદડાંમાં રેતી પુષ્કળ પ્રમાણમાં હોય છે. અશ્વપુચ્છી નામના છોડને બાળવાથી તો તેનું રેતિયું માળખું જ પાછળ રહે છે. કેટલાંક પક્ષીઓનાં પીછાંમાં ૪૦ ટકા જેટલી રેતી હોય છે! ડાયાટમ નામની દરિયાઇ વનસ્પતિના રેતિયા અવશેષો એટલે કિસલગુર તરીકે ઓળખાતી કીમતી રેતી. આ રેતી છિદ્રાળ હોય છે અને તેનો ઉપયોગ દારૂગોળાની બનાવટમાં તેમજ બીજા ઉદ્યોગોમાં પુષ્કળ થાય છે.

શુદ્ધ રેતી તો સફેદ હોય છે; પરંતુ તેમાં લોહ યા બીજી અશુદ્ધિ-ઓ આવવાથી તે રંગીન થાય છે. અશુદ્ધ રેતીમાં માટી પણ હોય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પૃથ્વીના પેટાળમાં કુદરતી બળો વડે રેતીના દાણા લોહભસ્મ યા બીજાં મૂળતત્ત્વોનાં સંયોજનો સાથે જોડાઇને જે પથ્થર બને તે વેળુ-પાષાણ (sandstone) કહેવાય છે. આ પથ્થરો શિલ્પસ્થાપત્યમાં, એમરીની બનાવટમાં તથા કાચના ઉદ્યોગમાં ઉપયોગી થાય છે.

રેતીની બધી જાતો ૧૬૦૦ ડિગ્રીની ગરમીએ પોચી પડવા માંડે છે. ઑક્સિજન-હાઇડ્રોજનની ફૂંકણી(Blow-pipe)ની ગરમીમાં તે ઓગળી જાય છે, અને ૨૨૩૦ ડિગ્રીએ વીજળીની ભઠ્ઠીમાં તો તે ઊકળે છે. ઓગળેલી રેતીમાંથી કાચના જેવાં વાસણો બનાવાય છે. એ 'ક્વાર્ટ્‌ઝ કાચ' કહેવાય છે. તેની વિશિષ્ટતા એ છે કે તેનો પ્રસરણાંક એકદમ જૂજ હોવાથી એવા કાચની ચીજોને ગમે તેટલી લાલચોળ તપાવીને એકદમ પાણીમાં ડુબાડવાથી તે તૂટતી નથી! સામાન્ય કાચની ચીજના તો આ સ્થિતિમાં ભૂકેભૂકા ઊડી જાય છે.

અસ્ફટિક રેતી કુદરતમાં અનેકવિધ રૂપે મળી આવે છે. તેની સાથે ક્વાર્ટ્‌ઝ યા ટ્રીડાયમાઇટ મિશ્ર થવાથી જાતજાતનાં ઝવેરાત બને છે. તેમાં લોઢાની છાંટ હોય તો રાતો રંગ પેદા થાય છે; નીકલ હોય તો લીલાશપડતો રંગ આવે છે. ઉપલ પણ આ પ્રકારનો જ પદાર્થ છે અને અકીક પણ એમાં જ સમાઇ જાય છે. આ બધાં સસ્તાં ઝવેરાત તરીકે વપરાય છે.

રેતી અને કોલસાના ભૂકાને ૫:૩ના પ્રમાણમાં મેળવીને તેમાં થોડો લાકડાનો વેર તથા મીઠું નાખીને વીજળીની ભઠ્ઠીમાં ૧૫૫૦–૨૨૦૦ ડિગ્રીએ ગરમ કરવાથી સિલિકૉન કારબાઇડ બને છે. આ પદાર્થની શોધ ૧૮૯૧માં થઇ હતી. તેને કારબોરૅન્ડમ કહે છે અને તે હીરા જેટલો જ સખત પદાર્થ છે. આજે તો તેનો ઉપયોગ ઉદ્યોગોમાં પુષ્કળ વધી પડ્યો છે. ઍમરીને બદલે તે ખૂબ વપરાય છે.

કુદરતમાંથી મળી આવતા બીજા સિલિકેટ ક્ષારોમાં અબરખ, શંખજીરું, ઍસ્બેસ્ટૉસ, ચીની માટી વગેરે ઉપયોગી પદાર્થો છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અબરખ વિષે તો અગાઉ કહેવાઈ ગયું છે. શંખજીરું એ કાગળ, કાપડ, રબર અને સાબુના ઉદ્યોગોમાં ખૂબ વપરાય છે. મોં પર છાંટવાના પાઉડર વગેરેની બનાવટમાં પણ તેનો ખૂબ ઉપયોગ થાય છે ને તેમાંથી શણગારની ચીજો પણ બનાવવામાં આવે છે. શંખજીરું બિહાર, ઓરિસ્સા, મદ્રાસ, મ્હૈસૂર ને આપણા ઇડરમાંથી ખૂબ નીકળે છે. ઍસ્બેસ્ટૉસની માગણીનો ૮૫ ટકા ભાગ કૅનેડા પૂરો પાડે છે.

છેલ્લાં થોડાં વર્ષોમાં રેતીનો ઉપયોગ નવા ઉદ્યોગોમાં ખૂબ વધવા લાગ્યો છે. અમેરિકામાં હમણાં રેતીના તત્ત્વવાળા એવા પદાર્થો શોધાયા છે કે જેનો ઉપયોગ ઉદ્યોગોમાં મહત્ત્વનો થઈ પડ્યો છે. વીજળીની મોટરની આવરદા જેનાથી બમણી થાય છે તે વીજરખું (insulating) વાર્નિશ રેતીમાંથી જ બનાવવામાં આવ્યું છે. ઉપરાંત રેતીમાંથી પ્લાસ્ટિકો, છાંટણાં તથા ઊંઝણાંનાં તેલ શોધવામાં આવ્યાં છે. તેમાંથી એક નવું રબર પણ તૈયાર કરવામાં આવ્યું છે, ને અતિશય ગરમીને કારણે જ્યાં કુદરતી રબર કામમાં ન આવી શકે ત્યાં આ રબરનો ઉપયોગ કરી શકાશે એમ માલૂમ પડ્યું છે. આ બધા પદાર્થો સામાન્યતઃ સિલિકૉન (silicone) તરીકે ઓળખાય છે. પણ તેની બનાવટ માટે જોઈતો મુખ્ય કાચો માલ તો રેતી, કોલસો, તેલ અને મીઠું છે. આ ઉપરાંત તેમાં ખાસ જરૂરની વસ્તુ મૅગ્નેશિયમ ધાતુ છે. આ સિલિકૉનનો ઉદ્યોગ વિકાસ પામતો જાય છે.

રેતી જેવી નિર્માલ્ય લેખાતી ચીજ આપણા જીવનમાં આવો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. પરંતુ તેના બે ખાસ મહત્તાપૂર્ણ ઉપયોગોનો ઉલ્લેખ તો હજી બાકી છે. એક તો, આપણા જીવનની પ્રથમ જરૂરિયાત પાણીને શુદ્ધ કરવામાં રેતી વપરાય છે.

મોટાં શહેરોમાં મ્યુનિસિપાલિટીઓ પીવાનું જે પાણી પૂરું પાડે છે તે શહેરીઓના આરોગ્યને ખાતર સાફ કરીને જ પૂરું પાડે છે. રેતીના થરોમાંથી પાણીને પસાર કરવાથી તેમાં રહેલી અમુક અશુદ્ધિઓ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દૂર કરી શકાય છે. નદીકાંઠે આવેલાં ગામોમાં લોકો વીરડા ગાળીને પાણી ભરે છે તેમાં પણ પાણી નદીની રેતીમાંથી ગળાઈને નીકળે છે એટલે તે પાણી શુદ્ધ હોય છે, એ આપણો અનુભવ છે. ટૂંકામાં, રેતી પાણી શુદ્ધ કરવાનું સાધન છે.

રેતીનો બીજો મહત્ત્વનો ઉપયોગ તે આપણી આધુનિક સંસ્કૃતિમાં અતિ મહત્તાપૂર્ણ ભાગ ભજવનાર કાચની બનાવટ. એ ઉદ્યોગ રેતી પર જ નિર્ભર છે. કાચ સંબંધી વિશેષ હવે પછી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૬

કાચ

આપણી સંસ્કૃતિમાં કાચનો હિસ્સો અતિ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આપણા રોજિંદા જીવનમાં કાચની ચીજોનો ઉપયોગ ઘણો વિસ્તૃત છે. કાચનાં વાસણો, બંગડીઓ, ચશ્માં વગેરે તો સર્વ-સામાન્ય થઈ પડ્યાં છે. કાચ વિના વીજળી કે ફાનસના ગોળા શે બનત? બારીબારણાંમાંથી કાચ વિના આપણાં ઘરોને પ્રકાશ કેમ મળત? એમ વિચાર કરીશું તો સમજાશે કે કાચ કેટલી હદ સુધી આપણા જીવનમાં વ્યાપક બની ગયો છે.

અને વિજ્ઞાનની પ્રગતિમાં પણ કાચનો ફાળો નાનોસૂનો નથી. સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર અને દૂરબીનની શોધોએ વનસ્પતિશાસ્ત્ર તેમજ આપણું ખગોળનું જ્ઞાન કેટલું બધું આગળ વધાર્યું છે? કાચ વિના એ શોધો કેમ થઇ શકત? રસાયનશાસ્ત્રના અભ્યાસમાં આજે થઇ રહેલી પ્રગતિ વિધવિધ આકારનાં કાચનાં વાસણો (apparatus) વિના સંભવત? આમ, આપણા જ્ઞાનની વૃદ્ધિમાં પણ કાચનો હિસ્સો ખૂબ છે.

કાચની બનાવટ જૂના કાળથી જાણીતી છે. મોહેં-જો-ડેરોના અવશેષોમાંથી મળી આવેલા કાચના મણકા અને બીજી ચીજો દર્શાવે છે કે કાચની બનાવટનું જ્ઞાન એ ૫૦૦૦ વરસ પહેલાંના પુરાણા કાળમાં પણ હતું. ઇજિપ્તની જૂની કબરોમાંથી ઈ. સ. પૂર્વે ૩૪૦૦ના સમયના જૂના કાચના મણકા મળી આવ્યા છે. ઈ. સ. પૂર્વે ૧૩૭૦ના સમયનું જૂનું કાચનું કારખાનું સર ફ્લિન્ડર્સ પૅટ્રીએ ઇજિપ્તના પુરાતત્ત્વના અવશેષોમાં-થી શોધી કાઢ્યું છે. ઍસીરિયામાં પણ કાચ બનાવવાનું કામ ખીલેલું હતું. ટૂંકામાં, હજારો વર્ષો પૂર્વે કાચ બનાવવાનું જ્ઞાન માણસજાતને હતું.

સામાન્ય કાચનું રાસાયનિક બંધારણ કૅલ્શ્યમ અને સોડિયમ સિલિકેટો. રેતીને માત્ર સોડા સાથે ગરમીમાં ઓગાળવાથી પાણીમાં

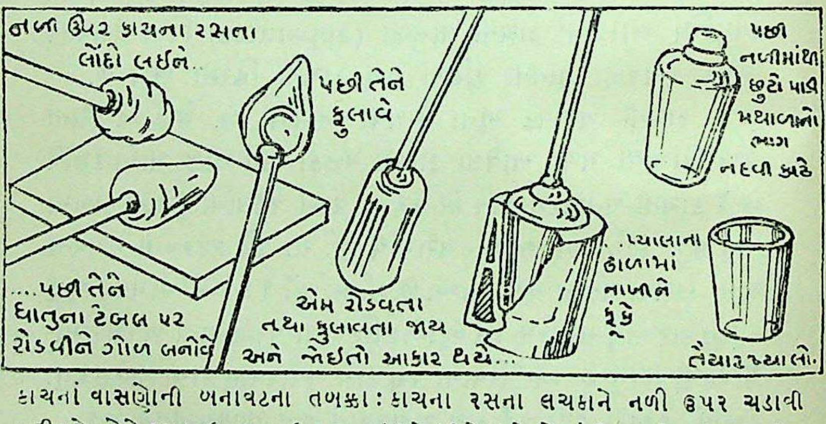
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દ્રાવ્ય કાચ બને છે, એ ઉલ્લેખ ગયા પ્રકરણમાં આવી ગયો. એવી રીતે ચૂના-પથ્થરને રેતી સાથે ઓગાળવાથી કૅલ્શ્યમ સિલિકેટ બને છે. પણ તેના પર તેજાબની અસર સહેલાઇથી થાય છે.

પરંતુ પાણીમાં તેમજ તેજાબમાં નિષ્ક્રિય અને અદ્રાવ્ય પારદર્શક કાચ તો રેતી, કૅલ્શ્યમ કાર્બોનેટ (ચૂના-પથ્થર) અને સોડિયમ કાર્બોનેટ-(સોડા ઍશ)ના મિશ્રણને ભઠ્ઠીમાં ઓગાળવાથી બનાવી શકાય છે. કાચનો મુખ્ય ગુણ એ છે કે સ્ફટિકમાં રૂપાંતર થયા વિના ધીમેધીમે તે ઘન બને છે. આ ઘન પારદર્શક, અસ્ફટિક અને સરખા ગુણો ધરાવનારો પદાર્થ છે. પણ કાચની બનાવટમાં જો આવશ્યક પદાર્થોનું પ્રમાણ બરાબર ન સચવાય તો એવો કાચ ઠંડો પડતાં તેમાં સ્ફટિકો પેદા થવા માંડે છે. આ ક્રિયાને Devitrification કહેવામાં આવે છે. આવો કાચ પારદર્શકતા ગુમાવે છે અને તેનો ઉપયોગ બરાબર થઈ શકતો નથી.

ભઠ્ઠીમાંથી ગરમ કાચનો લચકો લઈને કાચ ફૂંકનારો તેમાંથી જોઈતી ચીજો તેનાં બીબાંમાં ફૂંકીફૂંકીને બનાવે છે. કાચના ઉદ્યોગમાં



કાચનાં વાસણોની બનાવટના તબક્કા: કાચના રસના લચકાને નળી ઉપર ચડાવી કારીગરો તેને રગડાવી, ફુલાવી તથા ફૂંકીને ધીમેધીમે તેમાંથી કાચનો ટંબલર કેમ બનાવે છે તે ઉપરના ચિત્રોમાં ક્રમવાર બતાવ્યું છે. આજે તો આ બધી ક્રિયાઓ સાંચાથી જ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આગળ વધેલા દેશો આ કામ સંચા વડે કરે છે. કાચની બનાવટ માટે વપરાતી રેતીમાં લોહ યા બીજી ધાતુઓની અશુદ્ધિઓ લેશમાત્ર ન હોવી જોઇએ. આ કામ માટે તદ્દન સફેદ અને સાફ કરેલી શુદ્ધ રેતી જ વાપરવામાં આવે છે.

જુદીજુદી જાતના કાચનું વર્ગીકરણ નીચે પ્રમાણે કરી શકાય:

૧. સોડા-ગ્લાસ યા સામાન્ય કાચ (Soda or soft glass): આ પ્રકારનો કાચ, ૧૦૦ ભાગ રેતી, ૩૫ થી ૪૦ ભાગ સોડા ઍશ અને ૧૫ ભાગ ચૂના-પથ્થરના મિશ્રણને 'ગરમી-સ્થિર' એવા માટીના મોટા મૂસમાં, ૧૩૭૫ યા તેથી વધારે ઉષ્ણતાએ ભઠ્ઠીમાં ઓગાળીને બનાવાય છે. આ કાચમાં જૂજ ઍલ્યુમીનિયમ ઑક્સાઇડ પણ હોય છે અને એ પદાર્થ મૂસમાંથી ગરમીને લીધે આવતો હોય એમ લાગે છે. સોડા ઍશ મળી ન શકે તો સોડિયમ સલ્ફેટ અને કોલસો મેળવીને વપરાય છે. એમાં સોડિયમનું પ્રમાણ જેટલું વધારે તેટલા પ્રમાણમાં કાચ પોચો બને છે. ચૂના અને રેતીનું પ્રમાણ વધારવાથી કાચ સખત થાય છે. ચૂનાને બદલે બેરિયમ ઑક્સાઇડ વાપરવાથી કાચ વિશેષ ચકચકિત બને છે. આ 'સોડા-કાચ' ઘણા ઉપયોગોમાં આવે છે. દરેક જાતની બાટલીઓની બનાવટમાં, બારીબારણાંના, છબિઓના, ટેબલ ઉપર પાથરવાના કે દુકાનોના શો-રૂમના મોટા 'પ્લેટ ગ્લાસ'-ની બનાવટમાં તથા ક્રાઉન ગ્લાસ તરીકે ઓળખાતા પ્રકાશવિદ્યાના સાધનોમાં વપરાતી ચીજોની બનાવટમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે.

૨. સીસાવાળો કાચ (Lead glass): આ જાતના કાચની વિશિષ્ટતા એ છે કે તે ગરમીમાં સહેલાઈથી પોચો પડી જાય છે. આ કાચ પર ઊકળતા પાણીની કે તેજાબની અસર થતી નથી, પણ કૉસ્ટિક સોડાનાં દ્રાવણો તેની પર અસર કરે છે. ક્રિસ્ટલ ગ્લાસ (પાસા પાડીને બનાવાતી ચીજોમાં વપરાતો કાચ) અને ઇમિટેશન ઝવેરાતની બનાવટમાં વપરાતો કાચ આ પ્રકારનો છે. તેમાં ૩૦ થી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩૫ ટકા સીસાનો ઑક્સાઈડ હોય છે અને સોડાને બદલે પોટાસ્યમ કાર્બોનેટ વપરાય છે. વીજળીની બત્તીના ગોળાની બનાવટમાં આ કાચનો પુષ્કળ ઉપયોગ થાય છે.

૩. પોટાશ-ગ્લાસ યા **બોહીમિયન કાચ**: આ કાચમાં સોડિયમને બદલે પોટાસ્યમ આવે છે અને તે ખૂબ સખત હોય છે એટલે તેને સખત કાચ (Hard glass) પણ કહેવામાં આવે છે.

૪. વૈજ્ઞાનિક કામ માટે સખત ગરમીમાં પણ ટકી શકે એવો કાચ (Heat-resistant glass): આ પ્રકારનો કાચ અમુક વિશિષ્ટ કામ માટે જ બનાવવામાં આવે છે. રાસાયનિક પદાર્થોની અસર ન થાય એટલા માટે આવા કાચમાં રેતી, ઍલ્યુમિના તથા ચૂનાનું પ્રમાણ વધારવામાં આવે છે. યેના (Jena) કાચમાં બોરિક ઍસિડ તથા જસતની ભસ્મ પણ ઉમેરવામાં આવે છે. પાઇરેક્સ (Pyrex) નામે કાચમાં ૮૦ ટકા રેતી, ૧૨ ટકા નિર્જળો બોરીક ને થોડા પ્રમાણમાં સોડા તથા ઍલ્યુમિના હોય છે.

૫. પ્રકાશ-વિદ્યાનાં સાધનોમાં વપરાતો કાચ (Optical glass): આ કાચ માટે કોઈ સામાન્ય સૂત્ર ન મૂકી શકાય. આવા કાચમાં ફૉસ્ફરસ ઑક્સાઈડ નાખવામાં આવે છે. કેમકે આવાં સાધનોમાં વપરાતા કાચ ખૂબ સ્વચ્છ અને પારદર્શક હોવા જોઇએ. ક્રાઉન કાચ, ફ્લિન્ટ કાચ વગેરે આ કામ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

આ તો બધી રંગ વિનાના સફેદ કાચની વાત થઇ. આ સર્વ પ્રકારના કાચની બનાવટોમાં વપરાતા પદાર્થોમાં મુખ્ય મુદ્દો એ છે કે તેમાં જેમ બને તેમ ઓછી અશુદ્ધિઓ હોવી જોઇએ. રેતીમાં સામાન્યત: જૂજ પ્રમાણમાં પણ લોહ હોય છે, એટલે સામાન્ય કાચ જરા લીલો બને છે. આથી એ રંગની છાંટ દૂર કરવા મૅન્ગેનીઝ ડાઈ-ઑક્સાઇડ તેમાં નાખવામાં આવે છે.

હવે આપણે રંગીન કાચની બનાવટ લઇએ. ભઠ્ઠીમાં તૈયાર થતા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સફેદ કાચના ઘાણમાં જુદાજુદા પદાર્થો ઉમેરવાથી રંગીન કાચ બને છે.

રાતો કાચ: સોનું, સીલીનિયમ કે કુપ્રસ ઑક્સાઇડ ઉમેરવાથી.

લીલો કાચ: ત્રાંબાની ભસ્મ યા ક્રૉમિયમનો ક્ષાર ઉમેરવાથી.

પીળો કાચ: કાર્બન, ગંધક યા કૅડમિયમ સલ્ફાઇડ ઉમેરવાથી.

વાદળી કાચ: કોબાલ્ટના ક્ષાર ઉમેરવાથી બને છે.

દૂધિયો કાચ: હાડકાનો ભૂકો યા કલાઇની ભસ્મ ઉમેરવાથી બને છે.

કાળો કાચ: લોહ ભસ્મ ને ત્રાંબાની ભસ્મ ખૂબ નાંખવાથી બને છે.

વાદળી-જાંબુડિયો કાચ: મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ નાખવાથી બને છે.

કાચનો પ્રસરણાંક ખૂબ છે, એટલે કાચની ચીજોને ખૂબ ધીમેધીમે ઠંડી કરવામાં આવે છે; નહિતર જલદી ઠંડા કરેલો કાચ ઝટ તૂટી જાય છે. કાચને ઠંડો પાડવાની આ ક્રિયાને ૨૪ કલાક લાગે છે અને એને અંગ્રેજીમાં annealing કહેવામાં આવે છે.

ચશ્માં માટે વપરાતા ક્રૂકસ ગ્લાસમાં પ્રેઝિયોડિયમ અને નીઓડિયમ જેવી વિરલ ધાતુઓ ઉમેરવામાં આવે છે. આવા પરિશુદ્ધ કાચમાંથી પ્રકાશ પસાર થઈ શકે છે, પણ અલ્ટ્રા-વાયોલેટ કિરણોને તે રોકે છે. આથી ઊલટું નીકલ ધાતુવાળો કાચ પ્રકાશને રોકે છે અને અલ્ટ્રા-વાયોલેટને પસાર થવા દે છે. ટૅન્ટેલમ ધાતુવાળો કાચ ગરમીનાં કિરણો ચૂસી લે છે, એટલે ભઠ્ઠીઓમાં કામ કરનારાઓ પોતાની આંખોના રક્ષણ માટે આવા કાચનાં ચશ્માં વાપરે છે.

આપણા દેશમાં યુક્ત પ્રાંતોમાં, મુંબાઇ ઇલાકામાં અને કાઠિયાવાડમાં કાચનાં કારખાનાં આવેલાં છે. મહારાષ્ટ્રમાં ઓગળેવાડી ને તળેગાંવ, તથા કાઠિયાવાડમાં વઢવાણ અને મોરબીમાં કાચ બને છે. દર વરસે હિંદ લગભગ ત્રણ કરોડ રૂપિયાનો કાચનો માલ આયાત કરે છે; એટલે આ ઉદ્યોગની ખીલવણી માટે પુષ્કળ અવકાશ છે. બનારસ હિંદુ યુનિવર્સિટીમાં કાચના રસાયન અંગે ઉચ્ચ શિક્ષણ આપવામાં આવે છે ને સંશોધન પણ ચાલે છે. તેમાં ભઠ્ઠીની રચનામાં બળતણનો ફાયદો થાય એવા પ્રયોગો યોજવામાં આવ્યા છે તથા ઊંચી જાતનો કાચ બનાવવા માટેના પણ અખતરાઓ કરવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૭

માટી

ધરની લીંપેલી ભોંયથી માંડીને રૂપસુંદર ચીની વાસણો સુધીનાં આપણાં રોજિંદાં જીવન-સાધનોમાં વ્યાપી રહેલી માટી તો આપણી સૌની પરિચિત છે. જો કે એના જે અનેકવિધ પ્રકારો થાય છે તે ઘણાને જાણીતા નહિ હોય.

માટી, એ આપણી પૃથ્વીની રચનામાં આવેલી શિલાઓમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે. એ શિલાઓ અનેક પ્રકારના સિલિકેટોની બનેલી છે અને શિલાઓ પર પાણી તથા વાતાવરણના વાયુઓ–ખાસ કરીને કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ–ની અસર થતાં તેમાંથી ઘણા ઉપયોગી પદાર્થો પરિણમે છે. દાખલા તરીકે, ઑલિવાઈન નામના મૅગ્નેશ્યમ સિલિકેટમાંથી મૅગ્નેશ્યમ કાર્બોનેટ ને સર્પેન્ટાઈન નામનો ખનિજ પેદા થાય છે. એવી જ રીતે હોર્નબ્લેન્ડ તથા ઑગાઇટ નામના સિલિકેટોમાંથી શંખજીરું (ટાલ્કા) બને છે. ફેલ્સ્પાર નામના સિલિકેટોમાંથી વાતાવરણની અસરને લીધે ચીની માટી બને છે. ચીની માટી તરીકે ઓળખાતી સફેદ માટીની ઉત્પત્તિ આવા પ્રકારની છે. ચીની માટી એટલે લગભગ શુદ્ધ ઍલ્યુમીનિયમ સિલિકેટ.

જમીનમાં માટી રેતી સાથે મળેલી જડી આવે છે. આવી માટી રેતિયા માટી કહેવાય છે. જો ચૂના-પથ્થર સાથે તે ભળેલી મળી આવે તો ચૂના-માટી તરીકે ઓળખાય છે. માટી જો શુદ્ધ હોય તો રંગ વિનાની હોય છે. પરંતુ તેમાં લોહભસ્મની અશુદ્ધિ હોય તો રાતો રંગ પેદા કરે છે. કાર્બનિક અશુદ્ધિઓ હોય તો કાળો રંગ થાય છે.

ચીનાઇ માટીનાં વાસણોના ઉદ્યોગને (Ceramic industry) કહે છે. અશુદ્ધ માટી સામાન્ય ઉપયોગનાં વાસણો જેવાં કે પાણી ભરવાના ગોળા, માટલાં, રાંધવાનાં હાંડલાં અને એવા ઘરનાં વાસણો બનાવવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માટે તેમજ નળિયાં (દેશી તેમજ વિલાયતી) અને ઈંટોની બનાવટમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. રંગીન અશુદ્ધિઓ વિનાની માટી સફેદ બરણીઓ અને એવો બીજો સામાન બનાવવા માટે વપરાય છે. આવી ચીજો સ્ટોન-વૅર (stone-ware) તરીકે ઓળખાય છે. તદ્દન શુદ્ધ ચીની માટી પૉર્સિલેઈનવૅર(porcelainware)ની બનાવટમાં કામમાં લેવામાં આવે છે, જેમાં ઊંચી જાતનાં ચીની વાસણો અને વિજ્ઞાનમાં ઉપયોગી મૂષક જેવા સરંજામ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે.

ચીની માટીમાંથી અશુદ્ધિઓ કાઢી નાખવા માટે અને સારી ઊંચી જાતની સફેદ માટી બનાવવા સારુ તેના બારીક ભૂકાને પાણી સાથે મેળવીને હલાવવામાં આવે છે. આ દૂધિયા મિશ્રણને એક પછી એક ગોઠવેલી મોટી ચોરસ ટાંકીઓમાંથી પસાર થવા દેવામાં આવે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન માટીના ઝીણા કણો દરેક ટાંકીમાં નીચે બેસી જાય છે. છેલ્લી ટાંકીમાં જે માટી ભેગી થાય છે તે સારામાં સારી જાતની માટી હોય છે. કુંભારની માટીમાં અને આ માટીમાં ફેર માત્ર એટલો કે પહેલીમાં અશુદ્ધિઓ હોય છે, એટલે કુંભારનાં બનાવેલાં વાસણો રાતાં યા કાળાં હોય છે: બીજી માટી શુદ્ધ કરેલી હોવાથી તેમાંથી સફેદ ચીજો બને છે; દાખલા તરીકે ચાના પ્યાલા-રકાબી તથા તાસકો અને બીજી અનેક ચીજો. બાકી તો કુંભાર જેમ માટીનાં વાસણો બનાવે છે તેવી જ રીતે આ કામ થાય છે. કુંભાર જેમ નીંભાડામાં કાચાં વાસણો પકાવે છે તેમ ચીની માટીની ચીજોને પણ ભઠ્ઠીમાં પકવવામાં આવે છે. કુંભારનું કામ અનુભવમૂલક પરંપરાએ ચાલે છે, તો ચીની માટીની ચીજોની બનાવટમાં ઉષ્ણતા પર કાબૂ રાખવામાં આવે છે, અને તેની ભઠ્ઠીની બનાવટ વિચારપૂર્વક કરેલી હોય છે. પૉર્સિલેઈનની બનાવટ ચીનમાં સાતમા યા આઠમા સૈકામાં શોધવામાં આવી હતી. અને તે એટલી ઉચ્ચ કક્ષાએ પહોંચી હતી કે ચીનાઓ શુદ્ધ સફેદ અર્ધ પારદર્શક ને ગજવેલ જેટલું કઠણ પૉર્સિલેઈન બનાવતા. આ પ્રમાણે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તૈયાર થએલું વાસણ 'બિસ્કિટઑાડી' કહેવાય છે. તે છિદ્રાળુ હોય છે. પછી તેની પર ગ્લેઈઝ (ઓપ) ચડાવવામાં આવે છે. એ ગ્લેઇઝ એટલે બિસ્કિટઑાડી પર તેની સાથે જડાએલી ચકચકિત સપાટી. આથી વસ્તુ છિદ્રાળુ મટી જાય છે. સસ્તી ચીજો પર ગ્લેઈઝ ચડાવવા મીઠું વપરાય છે. ભટ્ટીમાં મીઠું નાખવામાં આવે છે; ભટ્ટીની ઉષ્ણતાથી તેની બાષ્પ બને છે અને વાસણની સપાટી પર એ ઓગળી ગએલા સિલિકેટનું પાતળું પડ બંધાઈ જાય છે. આવી ચીજો પર તેજાબની અસર થતી નથી, એટલે મીઠાના ગ્લેઇઝવાળો માલ ઍસિડ ભરવા માટે વપરાય છે. ચાના કપ-રકાબી ને ખાણાના ટેબલ પર વપરાતી બીજી ચીજો સામાન્યતઃ સીસાના ગ્લેઇઝવાળી હોય છે. ૬૦ ભાગ સીસાની ભસ્મ, ૧૦ ભાગ માટી અને ૩૦ ભાગ બારીક ફ્લિન્ટના ભૂકાની પાણી સાથે ચીકણી પેસ્ટ કરીને વાસણ પર ચોપડવામાં આવે છે. પછી તેને ગરમ કરવામાં આવે છે. પૉર્સિલેઇન પર ગ્લેઇઝ ચડાવવા માટે દળેલા ફેલ્સ્પાર, ચકમક, માટી અને પૉર્સિલેઈન મેળવીને તેની ચીકણી પેસ્ટમાં પૉર્સિલેઇનનાં વાસણને બોળવામાં આવે છે અને પછી તેને ગરમ કરવામાં આવે છે. તેના પર જો ચિત્રામણ કરવાનું હોય તો તે પ્રથમ કરવામાં આવે છે, અથવા તો ગ્લેઈઝ પર રંગકામ કરવામાં આવે છે.

શુદ્ધ ચીની માટી સાથે રેતી યા દળેલી, બાળેલી માટી મેળવીને તૈયાર કરેલ મિશ્રણમાંથી મૂષકો (Crucibles) તૈયાર કરવામાં આવે છે.

ગુજરાતમાં ઈડરમાં ને કાઠિયાવાડમાં થાન પાસે માટીનો ઉદ્યોગ ચાલે છે. ત્યાંનાં કારખાનાંમાં ચાના પ્યાલા-રકાબી ને બીજી અનેક ઘરગથ્થુ ચીજો બનાવાય છે. ઈંદોરમાં પણ સારી જાતની ચીની માટીની ચીજો તૈયાર થાય છે.

કપડાં ધોઇને તેને સફેદ ઓપ આપવા વપરાતો અને સામાન્ય ભાષામાં ગળી તરીકે ઓળખાતો વાદળી પદાર્થ, લેપીઝ લઝુલી નામના એક વિરલ ખનિજને ગળતો આવે છે. તેના બનાવટી રૂપને અલ્ટ્રામરીન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કહે છે. બંધ મૂષકોમાં શુદ્ધ ચીની માટી, સોડા ઍશ યા સોડા સલ્ફેટ ગંધક અને એરણ્ડી યા કોયલાના મિશ્રણને લાલચોળ થાય ત્યાં સુધી ગરમ કરવાથી એ અલ્ટ્રામરીન બને છે.

ઇનૅમલ (enamel) (જેને આપણે 'ચીનો' કહીએ) એ ગરમીમાં ઓગળી જાય એવા સિલિકેટો છે. લોઢાના પતરા પર તેને ચોપડી પછી ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે લીસી ચકચકિત સપાટી બને છે. આનો ઉપયોગ જાહેરખબરોનાં સાઇનબોર્ડો વગેરે તૈયાર કરવા માટે થાય છે.

સિમેન્ટની બનાવટમાં માટી પુષ્કળ વપરાય છે. ચૂના-પથ્થર તથા માટીને ૩:૧ના પ્રમાણમાં મેળવીને પછી એ મિશ્રણને દળીને ભઠ્ઠીમાં કાળજીપૂર્વક બાળવામાં આવે છે. આ બળેલા ગઠ્ઠાઓને અત્યંત બારીક દળવાથી સિમેન્ટ થાય છે. ભુક્કો જેટલો બારીક તેટલા પ્રમાણમાં સારી જાતનો સિમેન્ટ બને છે. આપણા દેશમાં રાજપુતાનામાં બુંદી, મધ્ય પ્રાંતોમાં કટની ને કાઠિયાવાડમાં દ્વારકા, પોરબંદર ને બીજી જગ્યાઓએ સિમેન્ટનાં જંગી કારખાનાં છે.* સાત ટકાથી વિશેષ માટી-વાળી ચૂના-માટીમાંથી ચૂનો બનાવવામાં આવે તો મોર્ટર (mortar) બને છે. તેમાં સિમેન્ટના ગુણો છે. પાણી સાથે રાખવાથી તે ઘટ્ટ બને છે એટલે તેને જલવાહક મોર્ટર કહેવામાં આવે છે. સિમેન્ટ મોર્ટર બાંધકામમાં પુષ્કળ વપરાય છે. બાંધકામમાં તો આજે સિમેન્ટનો યુગ જ ચાલે છે એમ કહીએ તો અતિશયોક્તિ નહિ ગણાય.

માટીનો ઉપયોગ ફટકડીની બનાવટમાં પણ થાય છે. માટીને ભૂંજવાથી તેમાં રહેલી લોહભસ્મ અદ્રાવ્ય થઈ જાય છે. પછી તેને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે મેળવીને ગરમ કરવાથી તેનું વિઘટન થાય છે અને ઍલ્યુમીનિયમ સલ્ફેટ બને છે. આ સલ્ફેટ જુદો કાઢી લેવામાં આવે અને તેમાં પોટાશ્યમ સલ્ફેટ ઉમેરીને રાખવાથી ફટકડીના સ્ફટિકો જુદા પાડે છે.

---

* તાજેતરમાં ગોધરા પાસે સેવાલિયામાં સિમેન્ટનું કારખાનું શરૂ થયું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આમ, માટી જેવી નિર્માલ્ય વસ્તુમાંથી આપણા રોજિંદા જીવનમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવનાર અનેક પદાર્થો બને છે

સ્લેટ

સ્લેટનો પત્થર જમીનમાંથી નીકળે છે. પૃથ્વીનાં પડોમાં દબાણ વડે સખત થઈ ગયેલી માટીનાં સપાટ પડો એટલે સ્લેટનો પથ્થર. આવા પથ્થરનાં ભરાણો આપણા દેશમાં ઘણી જગ્યાએથી મળી આવે છે. મદ્રાસ ઇલાકાના કુરનૂલ જિલ્લામાં મારકાપુર નજીક સ્લેટ બનાવવાનું કારખાનું આજથી ત્રીસ વર્ષ પૂર્વે શરૂ થયું હતું. પતિયાળા રાજ્યમાં અટેલી, પૂર્વ પંજાબમાં કુંડ અને ગ્વાલિયરમાં પીપલીઆ સ્લેટ બનાવવાનાં અગત્યનાં મથકો છે.

સ્લેટિયા પથ્થરમાંથી બનાવેલી સ્લેટો ઉપરાંત સોપસ્ટોન(શંખજીરું)વાળી માટીમાંથી બનાવેલી ધાતુનાં પતરાંવાળી ન તૂટે એવી સ્લેટો બનાવવા માટે પણ પુષ્કળ અવકાશ છે.

આ ઉદ્યોગને ગયા યુદ્ધ દરમિયાન ખૂબ ઉત્તેજન મળ્યું હતું કારણ કે પરદેશોમાંથી આવતી સ્લેટોની આયાત બંધ હતી. અત્યારે આખા દેશમાં ૧૬૦ નાનાંમોટાં કારખાનાંઓ સ્લેટ બનાવવાનું કામ કરે છે. સ્લેટમાં લખવાની પેનો પણ બનાવાય છે.

આ ઉદ્યોગ માટે આપણા દેશમાં પુષ્કળ કાચો માલ મળી શકે છે. એટલે કોઇ ખાસ મોટી મૂડી રોકયા વિના આ ઉદ્યોગની ખિલવણી માટે પુષ્કળ તકો છે. દેશમાં કેળવણી-પ્રચારની યોજનામાં આ ઉદ્યોગને ઉપયોગી સ્થાન છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૮

ગંધક

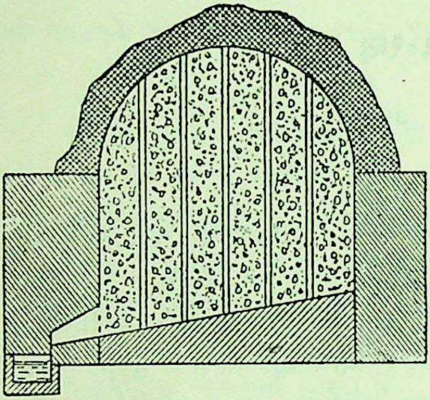
ગંધક વિષેની માહિતી તો ઘણા જૂના કાળથી મળી આવે છે. વ્યવસ્થિત વિજ્ઞાનને માર્ગે રસાયણશાસ્ત્ર વિકસ્યું તે અગાઉના કાળના છેક જૂના કીમિયાગરોનાં ત્રણ મૂળતત્ત્વોની ત્રિપુટી(મીઠું, ગંધક અને પારો)માં પણ ગંધકનું સ્થાન હતું. ત્રાંબાના ગુણને ગંધક મારે છે, એ ઉપરથી તેને માટેનો અંગ્રેજી શબ્દ 'સલ્ફર' યોજાયો હોય એમ લાગે છે; કેમકે સંસ્કૃતમાં શુલ્વારિ એટલે ત્રાંબાનો દુશ્મન. એ ઉપરથી 'સલ્ફર' થયું લાગે છે. યુરોપમાં ઇટાલીના પ્રદેશ સિસિલીમાં ગંધક પુષ્કળ નીકળે છે, એટલે ગ્રીસ અને રોમવાસીઓને ગંધકને લગતું જ્ઞાન હતું. જંતુવિનાશક તરીકે તેના ધુમાડાનો ઉલ્લેખ હોમરે ત્રણ હજાર વર્ષો પૂર્વે કરેલો હતો. વળી રંગ કાઢવા માટે તેનો ઉપયોગ પણ એ જમાનામાં જાણીતો હતો. દવા તરીકે તો ગંધક ઉપયોગમાં લેવાતો જ. કીમિયાગરો ગંધકને અગ્નિના સત્ત્વરૂપ ગણતા. પણ વિજ્ઞાનને પહેલવહેલું વ્યવસ્થિત રૂપ આપનાર મહાન ફ્રેંચ વૈજ્ઞાનિક લવાયઝિયરે ઈ. ૧૭૭૭માં પુરવાર કરી બતાવ્યું કે ગંધક એક મૂળતત્ત્વ છે.

ગંધક કુદરતમાં સ્વતંત્ર તેમજ સંયુક્ત અવસ્થામાં જડી આવે છે. પૃથ્વીનાં પડોમાં ગંધકનું પ્રમાણ અતિ જૂજ છે. ઇટાલીમાં સિસિલીના જ્વાળામુખી-પ્રદેશમાં ગંધક ખૂબ નીકળે છે. અમેરિકાના લૂઇશિયાના ને ટેકસાસના પ્રાંતોમાંથી પણ સ્વતંત્ર અવસ્થામાં ગંધક મળી આવે છે. આ ઉપરાંત ન્યૂ ઝીલૅન્ડ, ચીલી, રશિયા ને ખાસ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરીને જાપાન તથા જ્વાળામુખીવાળા એવા બીજા પ્રદેશોમાં ગંધકનાં ભરાણોમાંથી ગંધક સારા પ્રમાણમાં મળે છે. એ સર્વમાં અમેરિકા કુલ ગંધકનો ૮૦ ટકા ભાગ પેદા કરે છે.



ગંધક કાઢવાની ભઠ્ઠી : આવી રીતના ઢળતા ભોંતળવાળા ઓરડામાં ગંધકના ખનિજના ગઠ્ઠા ગોઠવીને તેને ગરમી આપતાં તેમાંથી શુદ્ધ ગંધક રસ થઇને ભોંતળના ઢાળ પરથી બહાર નીતરી આવી એકઠો થાય છે, અને આ પદ્ધતિથી ૭૫ ટકા ગંધક કાઢી લઈ શકાય છે.

સંયુક્ત અવસ્થામાં ગંધક સુવર્ણ-માક્ષિક (લોહ અને ગંધકનું ખનિજ) ત્રાંબુ, સીસું તથા જસત વગેરેના ગંધકિત ખનિજોમાં હોય છે. તેનો ઉપયોગ ગંધકના ઉપયોગી પદાર્થોની બનાવટમાં થાય છે. આ ઉપરાંત ચિરોડી, એરાઈટીઝ ને એવા બીજા સહેલાઈથી મળતા ખનિજ સલ્ફેટોમાં પણ ગંધક સંયુક્ત અવસ્થામાં હોય છે, જેને ઉપયોગમાં લેવા માટે આજે સારી પેઠે સંશોધન ચાલે છે. આ પ્રશ્ન હિંદને ખાસ ઉપયોગી છે: કેમકે આપણે ત્યાં ગંધક નીકળતો નથી, પરંતુ ઉપર દર્શાવેલા સલ્ફેટો પુષ્કળ પ્રમાણમાં મળે છે. એટલે સંશોધન દ્વારા તેમાં રહેલો ગંધક ઉપયોગમાં લઇ શકાય એવી રીત જડી આવે તો હિંદમાં રાસાયનિક ઉદ્યોગને ખૂબ વેગ મળે. વળી ગંધકનો તેજાબ બનાવી તે વડે બીજાં રસાયનો પણ સસ્તાં બનાવી શકાય.

જીવંત સૃષ્ટિમાં પણ ગંધક અગત્યનો અંશ છે. જીવનરસ-(Protoplasm)માં તેનું અસ્તિત્વ છે. ડુંગળી, લસણ, મૂળા ને રાઈનાં તીખાં તત્ત્વોમાં ગંધકયુક્ત પદાર્થો આવેલા છે. આપણા વાળ અને ઈંડાના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ણિનમાં પણ ગંધક સંયુક્ત દશામાં હોય છે. માનવ-સંસ્કૃતિના ઇતિહાસમાં પણ ગંધકનો મહત્તાપૂર્ણ હિસ્સો છે.

વપરાશમાં ગંધકનો સૌથી જાણીતો ઉપયોગ દારૂગોળાની બનાવટમાં થાય છે અને તેને માટે તે ઘણો જ મહત્ત્વનો પદાર્થ છે. આ શોધે જ ગંધકને વિશેષ મહત્તા પ્રાપ્ત કરાવી. દિવાળીનું દારૂખાનું અને આતશબાજી તથા બંદૂકના ભડાકાનું નાનું શું અનુકરણ કરતાં બાળકોના પોટાશના ભડાકામાં પણ ગંધકનું સ્થાન પહેલું રહેલું છે. પરંતુ ગંધકની આ સંહારાત્મક બાજુ કરતાં તેની રચનાત્મક સિદ્ધિઓ અનેક છે. ગંધકનો બારીક ભૂકો, બજારમાં અનેકવિધ નામે મળે છે: ગંધકનો લોટ (૯૯ ટકા), ગંધકની ધૂળ, સૂકો ભૂકો (૬૬ ટકા) વગેરે. આ ચીજો ખેતી તથા બાગબગીચામાં પાક તેમજ ઝાડ-પાન, ફળફૂલ વગેરેને જીવાત સામે રક્ષણ આપવામાં ખૂબ ઉપયોગી છે. ઉપરાંત કાગળના ઉદ્યોગમાં તેના માવાની બનાવટમાં તેમજ ગંધકનો તેજાબ બનાવવા માટે મબલખ ગંધક વપરાય છે. રબરના વલ્કેનાઇઝિંગમાં તો તેનો ઉપયોગ જો ન શોધાયો હોત તો આપણી સાઇકલો ને મોટરનાં ટાયર બનાવવાનું શક્ય જ ન થાત. અને તેથી આગળ, રબરમાં વિશેષ પ્રમાણમાં ગંધક મેળવીને વલ્કેનાઇટ બનાવાય છે, જેમાંથી વીજળીનો સામાન, ફાઉન્ટેન પૅનનાં ઘર ઇત્યાદિ સામાન તૈયાર કરવામાં આવે છે. વળી બનાવટી રેશમના આધુનિક ઉદ્યોગમાં વપરાતા ગંધકના ઉપયોગી પદાર્થ કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડની બનાવટ માટે પણ તેનો પુષ્કળ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

કુદરતમાંથી મળી આવતો ગંધક ધૂળ, માટી ઇત્યાદિ અશુદ્ધિઓ સાથે ભળેલો હોય છે. તેમાંથી ગંધક જુદો પાડવા માટે એ મોટા મોટા ગાંગડાને ભઠ્ઠીમાં ગોઠવીને ગરમ કરવામાં આવે છે. (જુઓ ચિત્ર) ગંધક સહેલાઇથી ઓગળી જાય છે, એટલે નીચે વહી આવેલા પ્રવાહી ગંધકને એકઠો કરવામાં આવે છે. અમેરિકામાં વળી જુદી પદ્ધતિ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ત્યાં ગંધકને જુદો પાડવા માટે ભૂગર્ભમાં નળીઓ ઉતારી દબાણમાં વરાળ છોડવામાં આવે છે અને પ્રવાહી ગંધકને પંપ કરીને ઉપર લાવવામાં આવે છે. આ રીતે છૂટા પાડેલા ગંધકને પછી મોટા તાવડામાં ઉકાળવામાં આવે છે અને તેની વરાળ મોટા બંધ ઓરડામાં લઈ જવામાં આવે છે. આ વરાળ ઠંડી પાડતાં તેમાંથી થોડો ભાગ આછા પીળા ભૂકા રૂપ બનીને દીવાલ પર બંધાઈ જાય છે. આને ગંધકનાં ફૂલ કહે છે. બાકીનો મોટો ભાગ ઓરડામાં તળિયે લાકડાનાં ગોળ બીબાંમાં પ્રવાહી રૂપે ભેગો થાય છે, તે ઠંડો પડયે બજારમાં સામાન્યતઃ મળતો રોલ ગંધક બને છે.

ગંધક બહુરૂપી છે. રોંબીક, મૉનોક્લિનિક, પ્લાસ્ટિક, કોલોઇડલ (ગંધકનું દૂધ) વગેરે જુદાંજુદાં રૂપ ગંધક ધારણ કરે છે. આમ એક જ પદાર્થ જુદાજુદા ભૌતિક ગુણોવાળો બને એ તેની વિશિષ્ટતા છે. પરંતુ તેનું રાસાયનિક સ્વરૂપ તો એક જ રહે છે, તેને બહુરૂપતા (allotropy) કહે છે.

કાર્બન ડાઈસલ્ફાઇડ

સામાન્ય રીતે વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ શરૂ કરનાર વિદ્યાર્થી કાર્બન ડાઈસલ્ફાઇડને 'અણગમતા દુર્ગંધિત પ્રવાહી પદાર્થ' તરીકે પિછાને છે. વિદ્યાર્થીઓ એ પણ જાણે છે કે તેમાં ગંધકને ઓગાળવાની શક્તિ છે. વળી કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ એટલે સહેલાઈથી સળગી ઉઠે એવો અતિ ભયંકર પદાર્થ એમ પણ સામાન્ય રીતે સૌને ખબર હોય છે. ગરમ વાસણ નજીક પણ કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ થોડો વખત રાખીએ તો તે આપોઆપ સળગી ઊઠશે! બસ, કાર્બન ડાઈસલ્ફાઇડ વિષેનું જ્ઞાન આટલું જ હોય છે.

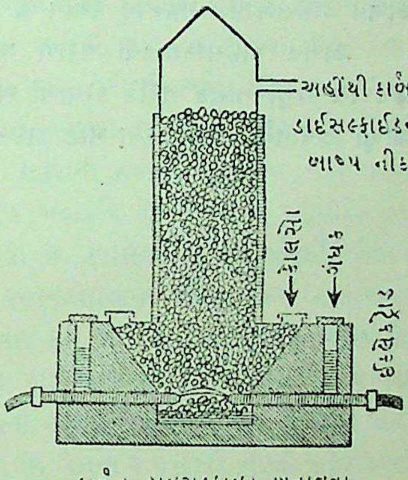
પણ આજે આ પદાર્થ ઉદ્યોગોમાં અતિ ઉપયોગી અને મહત્ત્વપૂર્ણ ચીજ થઈ પડયો છે. કાર્બનિક (organic) પદાર્થો માટે તે ઉત્તમ દ્રાવક છે. લૉન્ડ્રીઓમાં કપડાંને ડ્રાઇ ક્લીનિંગ કરવા માટે તેનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપયોગ ખૂબ થતો; પરંતુ તેનું સ્થાન હવે કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડે લીધું છે. આયોડીન અથવા ઍન્ટીમની પેન્ટાક્લોરાઇડ અને કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડના મિશ્રણમાં ક્લોરીન વાયુ પસાર કરવાથી કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ બને છે. 'પાઇરીન'ના નામથી આ ટેટ્રાક્લોરાઇડ આગ બુઝાવવામાં પણ વપરાય છે. અને રબરના વલ્કેનાઇઝેશન તથા બનાવટી રેશમ(રેયૉન)ના ઉદ્યોગમાં તેનો ઉપયોગ આજે ઉત્તરોત્તર વધતો જ ચાલ્યો છે, એટલે તેની અગત્ય ખૂબ અંકાય છે.

કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડની શોધ ઇ. ૧૯૭૬માં લેમ્પાડિયસ નામના વૈજ્ઞાનિકે કરેલી. ગરમ કાર્બન પર ગંધકની વરાળ છોડીને આ પદાર્થ બનાવાય છે. આ ક્રિયામાં ગરમી ખૂબ આપવી પડે છે, કારણ કે આ ક્રિયા ઉષ્માસંગ્રાહક(endothermic) છે. કાર્બન તરીકે લાકડામાંથી બનાવેલા કોલસા વાપરવામાં આવે છે. આ બનાવટ લોઢાનાં બકયંત્રો (retorts)માં કરવામાં આવે છે, ને ગરમી માટે કાં તો વીજળી વપરાય છે, યા તો ભઠ્ઠીઓમાં કોલસા



કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ બનાવવા માટેની વીજળિક ભઠ્ઠી

બાળી ગરમી પેદા કરવામાં આવે છે. કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડનું ઉત્કલન-બિંદુ માત્ર ૪૬ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેઇડ છે. આથી તેની વરાળ કોઇ પણ ગરમ પદાર્થ સાથે સંસર્ગમાં આવે એટલે તરત તે સળગી ઉઠે છે: તેને ખુલ્લા તાપની જરૂર પડતી નથી. એટલે આ પદાર્થની બનાવટમાં ખૂબ ધ્યાન રાખવું પડે છે. લાકડાના કોલસાને બદલે કોક કોલસો વાપરવાની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શક્યતાઓ તપાસવા માટે અખતરાઓ ચાલુ છે, પરંતુ પરિણામ લાકડાના કોલસાના જેટલું સંતોષકારક આવતું નથી.

વીસ્કોઝ રીત અનુસાર બનાવટી રેશમ–રેયૉનની બનાવટમાં લાકડાના માવા પર પ્રથમ કૉસ્ટિક સોડાના દ્રાવણ સાથે કેટલાક કલાકો સુધી પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે, ને પછી વધારાનો કૉસ્ટિક કાઢી નાખવામાં આવે છે. પછી તેને દળવામાં આવે છે; એટલે સેલ્યુલોઝના તાંતણા સાથે ડાઇસલ્ફાઇડ સંયોજિત થાય છે અને છેવટે સેલ્યુલોઝના તાંતણા જુદા પાડે છે. આમ બનાવટી રેશમના ઉદ્યોગમાં કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ મહત્ત્વનું સ્થાન લે છે.

કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડની વરાળ ખૂબ ઝેરી છે, એટલે તેનો ઉપયોગ જંતુવિનાશક તરીકે કરવામાં આવે છે. કોઠારોમાં ઉંદર અને ઝીણી જીવાતનો નાશ કરવા માટે ડાઇસલ્ફાઇડ છાંટવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૨૯

ગંધકના બીજા ઉપયોગી પદાર્થો

ગંધક અને તેમાંથી બનતા ઉપયોગી પદાર્થ કાર્બન ડાઈસલ્ફાઈડ સંબંધી માહિતી ગયા પ્રકરણમાં આવી ગઈ. હવે ગંધકના બીજા ઉપયોગી પદાર્થો લઈએ.

સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ

ગંધકને હવામાં બાળીએ ત્યારે તેમાંથી સલ્ફર ડાયાક્સાઈડ નામનો વાયુ બને છે. પ્રયોગશાળામાં ત્રાંબાને ગંધકના તેજાબ સાથે ગરમ કરવાથી પણ આ વાયુ બનાવી શકાય છે. બળતા ગંધક જેવી, ગળાને રૂંધતી ગંધવાળો આ વાયુ ઝેરી છે અને વાતાવરણમાં તેનું અસ્તિત્વ નુકશાનકર્તા છે. જ્વાળામુખીના પ્રદેશમાં આ વાયુ નીકળે છે. મોટા ઉદ્યોગો ધરાવતાં શહેરોની હવામાં પણ આ વાયુ જૂજ અંશમાં માલૂમ પડે છે. ગ્રીક મહાકવિ હોમરે તેમજ પ્લીનીએ તેના ઉપયોગ સંબંધે ઉલ્લેખ કરેલો છે. કીમિયાગરો તેને ગંધકનો તેજાબ માનતા, પરંતુ આધુનિક રસાયનશાસ્ત્રના પિતા ફ્રૅન્ચ રાસાયનિક લવાઝિયેરએ ૧૭૭૭માં પુરવાર કરી બતાવ્યું કે તે જુદો જ પદાર્થ છે.

આ વાયુને જરા ઠંડો પાડી દબાણમાં રાખવાથી તે પ્રવાહી થઈ જાય છે. તેની નાનીનાની ટયૂબો બજારમાં મળે છે અને તેનો ઉપયોગ રેફ્રીજરેટરોમાં થાય છે. ઊનનો રંગ કાઢી નાખી સફેદ કરવા (bleaching) માટે પણ વપરાય છે. જોકે ક્લોરીન વડે કરેલું બ્લીચિંગ કાયમનું થાય છે ને સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ વડે કરેલું અસ્થિર હોય છે, તથા એવા બ્લીચ કરેલા પદાર્થને ઠંડા પાણીમાં બનાવેલા તેજાબના દ્રાવણમાં બોળવાથી રંગ પાછો આવે છે.

સલ્ફર ડાયૉકાસઈડમાં જંતુઓનો નાશ કરવાની શક્તિ છે, એટલે તેનો ઉપયોગ જંતુવિનાશક તરીકે જૂના કાળથી જાણીતો છે. પ્લેગના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દિવસોમાં ઉંદરના દરમાં ગંધક બાળવામાં આવતો એ આપણે જાણીએ છીએ. આજે પણ મચ્છર, માંકડ આદિ જંતુઓથી ઓરડાનું વાતાવરણ શુદ્ધ કરવા બારણાં બંધ કરીને ગંધક બાળવાથી તે જંતુઓ નાશ પામે છે. કાગળના ઉદ્યોગમાં ઉપયોગમાં આવતા સલ્ફાઈટ બનાવવા માટે પણ તે ખૂબ વપરાય છે.

સોડાના સ્ફટિકો પર આ વાયુ પસાર કરવાથી 'સોડિયમ મેટા-બાઈ સલ્ફાઈટ' બને છે, જે પદાર્થ ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. વળી પ્લૅટીનમ ધાતુના સંસર્ગમાં હવા યા ઑક્સિજન સાથે આ વાયુને ગરમ કરવાથી તેમાંથી સલ્ફર ટ્રાયૉક્સાઈડ બને છે. આ ટ્રાયૉક્સાઈડ ગંધકના તેજાબની બનાવટમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. એને ગંધકના તેજાબ-માં ઓગાળવાથી ફ્યૂમિંગ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બને છે. આ ફ્યૂમિંગ ઍસિડ ગળીની બનાવટમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. જૂના કાળના કીમિયાગરો હીરાકશીને ખૂબ ઉષ્ણતાએ આસવીને તેમાંથી આ ટ્રાયૉક્સાઇડ બનાવતા, પણ તે જૂજ પ્રમાણમાં જ તૈયાર થઈ શકતો.

આ ઉપરાંત સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડમાંથી સોડિયમ સલ્ફાઈટ, સોડિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફાઈટ વગેરે બીજા ઉપયોગી પદાર્થો પણ બનાવાય છે, જે જુદાજુદા ઉદ્યોગોમાં પુષ્કળ વપરાય છે. આથી સલ્ફાઈટ-ના ઉદ્યોગને આપણા દેશની સરકારે થોડા વખત માટે રક્ષણ આપેલું છે.

હાઇપો અને હાઇડ્રો

ફોટોગ્રાફીમાં 'ફિક્સિંગ' કરવા માટે વપરાતો 'હાઈપો' નામનો પદાર્થ પણ ગંધક વડે જ બને છે. સોડિયમ સલ્ફાઈડના દ્રાવણને ગંધક સાથે હવાની ગેરહાજરીમાં ઉકાળીને ઠારવાથી 'હાઇપો'ના સ્ફટિક બને છે. બ્લીચ કરેલા કાપડમાંથી ક્લોરીનના રહી ગએલા અંશો કાઢી નાખવા માટે 'ઍન્ટીક્લોર' તરીકે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. કાપડની મિલોમાં સામાન્ય રીતે 'હાઇડ્રો' તરીકે ઓળખાતો સોડિયમ હાઈપોસલ્ફાઈટ અગત્યનો પદાર્થ છે. તેનો ઉપયોગ રંગાટ-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માં થાય છે. ગળી જેવા પાણીમાં અદ્રાવ્ય જે રંગો હોય છે તે તેમાં ઓગળે છે ને સાથેસાથ તેના રંગને પ્રતિ ઑક્સાવે (reduce કરે) છે એટલે તે રંગવિહીન દ્રાવણમાં કાપડ બોળીને હવામાં રાખવાથી પાછો રંગ આવે છે.

પરસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

૫૦ ટકા ગંધકના તેજાબના બરફથી ઠંડા રાખેલા દ્રાવણમાં પ્લૅટીનમ ધાતુના તારને ઍનોડ તરીકે અને ત્રાંબાના તારને કૅથોડ તરીકે રાખીને વીજળી પસાર કરવાથી પરસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બને છે, અને તેમાંથી તેના ક્ષારો–પોટાશિયમ તથા ઍમોનિયમ પરસલ્ફેટો–બનાવાય છે. આ પરસલ્ફેટો તીવ્ર જારણકર્તાઓ (oxidising agents) છે. ઍમોનિયમ પરસલ્ફેટ રંગ કાઢવા બ્લીચિંગ માટે અને ફોટોગ્રાફીમાં નૅગૅટિવના ઘેરાશ ઓછી કરવા માટે વાપરવામાં આવે છે.

સલ્ફાઇડો

હાઇડ્રોજન સલ્ફાઈડ નામનો દુર્ગંધવાળો ઝેરી વાયુ રાસાયનિક પૃથક્કરણમાં ખૂબ ઉપયોગી છે. પાણીવાળા ગંધકના કે મીઠાના તેજાબના દ્રાવણ સાથે લોઢાના સલ્ફાઈડને પ્રક્રિયા કરવાથી એ વાયુ પેદા થાય છે. આલ્બ્યુમીન સડી જાય ત્યારે આ વાયુ છૂટે છે, એટલે ગંધાતાં ઇંડાં જેવી આ વાયુની વાસ આવે છે. તેમાંથી બનાવેલા ક્ષારો 'સલ્ફાઈડ' કહેવાય છે. સોડિયમ અને પોટાશિયમ સલ્ફાઈડો ખેતીવાડીમાં જંતુવિનાશક તરીકે વપરાય છે. બેરિયમ સલ્ફેટ અને ઝિંક (જસત) સલ્ફાઇડના મિશ્રણને લીથોફોન કહે છે અને તે રંગ-રોગાનમાં સફેદા તરીકે વપરાય છે.

બેરિયમ, કૅલ્સ્યમ અને ઝિંક સલ્ફાઈડોને સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખવાથી તેમનામાં અંધારામાં ચળકવાની શક્તિ આવે છે. એનો ઉપયોગ રાત્રે અંધારામાં ચકચકતા (luminous) રંગો તરીકે થાય છે. ઘડિયાળોમાં જે રેડિયમ-ડાયલો આવે છે તેમાં ખરી રીતે રેડિયમ હોતું જ નથી, પરંતુ આ રંગ જ હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બંધ વાસણમાં ઝિંક સલ્ફાઇડને લાલચોળ થાય ત્યાં સુધી ગરમ કરવાથી તેમાં ચળકવાની શક્તિ આવે છે. આ ઝિંક સલ્ફાઈડ એકસ રે અને રેડિયો ઍક્ટિવિટીના કામમાં ચળકતા પડદા બનાવવા માટે વપરાય છે. જુદાજુદા પ્રકારના ચકચકિત રંગો બનાવવા માટે નીચે પ્રમાણેના પદાર્થોનાં મિશ્રણ વપરાય છે:

ઘેરો વાદળી:(૧) ૨૦ ગ્રામ ચૂનો, ૨૦ બેરિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ, ૬ ગંધક, ૧ પોટાશિયમ સલ્ફેટ, ૧ સોડિયમ સલ્ફેટ, ૨ લીથિયમ કાર્બોનેટ અને ૨ મેંદો: આ બધાંને મેળવી, ગરમ કરી બારીક ભૂકો કરવો. પછી તેમાં નીચેનું દ્રાવણ અ ઉમેરવું અને એને ફરીને ગરમ કરવું. (બધાં જ વજન ગ્રામમાં સમજવાનાં છે.) અ દ્રાવણ: દારૂમાં બિસ્મથ નાઈટ્રેટના ૦·૫ ટકા દ્રાવણના બે સી. સી. + એક ટકા રૂબીડિયમ નાઈટ્રેટના બે સી. સી.

લીલો: (૧) ૪૦ સ્ટ્રોન્સિયમ કાર્બોનેટ, ૬ ગંધક, ૧ લીથિયમ કાર્બોનેટ, ૧ આરસેનિક સલ્ફાઇડ. તેમાં ઉમેરવાનું દ્રાવણ: ૦·૫ ટકા થેલિયમ નાઈટ્રેટના દ્રાવણના બે સી. સી.: ક્રિયાઓ બધી ઉપર મુજબ.

હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ વાયુઓને મેળવવાથી કોઈ પણ પ્રક્રિયા થતી નથી; પરંતુ તેમાં એકબે ટીપાં પાણી નાખવાથી એકદમ ગંધક પેદા થાય છે. જ્વાળામુખી પ્રદેશોમાંથી નીકળતા ગંધકની ઉત્પત્તિ ઉપર મુજબ થઇ હશે એમ માનવામાં આવે છે; કારણ કે એ બંને વાયુઓ એ પ્રદેશમાં માલૂમ પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૦

ગ્લિસરીન વિષે વધુ

સામાન્ય ઉદ્યોગમાં ઉપયોગિતાના દૃષ્ટિબિન્દુથી અનિવાર્ય ને કિંમતી રસાયનો ક્યાંકયાં તેની એક યાદી કરવા માટે એક વાર બારેક રાષ્ટ્રોના અગ્રગણ્ય રાસાયનિકોને આમંત્રણ મોકલવામાં આવ્યું હતું. એ દરેક યાદીમાં સૌથી પ્રથમ સ્થાન ગ્લિસરીનનું હતું! આજે ગ્લિસરીને ઉદ્યોગોમાં આવું મહત્ત્વનું સ્થાન પ્રાપ્ત કર્યું છે.

લગભગ ૧૭૦ વર્ષ પૂર્વે સ્વીડનમાં એક નાના ગામડાના ઔષધ બનાવનારા કાર્લ વિલ્હેમ શાલેએ આ પદાર્થ શોધી કાઢ્યો હતો. સીસાની ભસ્મને ઑલિવ તેલ સાથે ભેળવીને શાલેએ સીસાનું પ્લાસ્ટર તૈયાર કર્યું હતું. તેને પાણી સાથે ધોતાં તેમાંથી કાઢેલું ધોવણ જુદું પાડ્યું, અને ગરમી વડે તેમાંથી પાણી ઉડાડી નાખતાં પાછળ એક સ્વાદિષ્ટ ઘટ્ટ ભારે પ્રવાહી રહ્યો. આ ઉપરથી એ વખતે તેનું નામ 'તેલી સાકર' યા તો 'શાલેનું સ્વાદિષ્ટ સત્ત્વ' પાડવામાં આવ્યું.

૧૮૧૧માં ફ્રૅન્ચ રાસાયનિક શેવરૂલેએ તેની રચનાનો અભ્યાસ કરી સ્વાદિષ્ટ માટે વપરાતા ગ્રીક શબ્દ 'ગ્લિસેરોસ' ઉપરથી તેનું નામ ગ્લિસરીન પાડ્યું. પછી બરઝીલિયસ, લીબીગ ને બીજા સુપ્રસિદ્ધ રાસાયનિકોએ તેના પર અગત્યનું સંશોધન કરી તેની રાસાયનિક રચના તથા સંયોજન પર વેધક પ્રકાશ પાડ્યો. પછી ૧૮૫૮માં તો ફ્રૅન્ચ વિજ્ઞાની પાશ્ચરે એ પણ પુરવાર કરી બતાવ્યું કે સાકરને દારૂની બનાવટ માટે આથવાની ક્રિયામાં ગ્લિસરીન પણ પેદા થાય છે.

પણ આજે તૈયાર થતો ગ્લિસરીનનો મોટો ભાગ તો સાબુના ઉદ્યોગમાં ગૌણ પદાર્થ તરીકે મળી આવે છે. પેટ્રોલિયમમાંથી મોટા પાયા પર ગ્લિસરીન બનાવવાની શરૂઆત તો હજી છેલ્લા થોડા વર્ષ પૂર્વે જ થઇ છે. ખાવામાં વપરાતાં તેમજ બીજાં સ્થિર વનસ્પતિ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેલોમાં ગ્લિસરીન સંયુક્ત અવસ્થામાં ગ્લિસેરાઈડ રૂપે હોય છે. એ ગ્લિસરીન છૂટું પાડવા માટે તેલને સોડાના દ્રાવણ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા વડે એક બાજુ સાબુ તૈયાર થાય છે ને બીજી બાજુ ગ્લિસરીન છૂટું પડે છે. આ મિશ્રણમાં મીઠું નાખવાથી સાબુ ઉપર તરી આવે છે ને મીઠાવાળા પાણીમાં ગ્લિસરીન રહી જાય છે.

આ પાણીને પછી ગરમ કરવાથી મીઠું જુદું પડે છે અને પાણી ઊડી જતાં ગ્લિસરીનનું પ્રમાણ વધતું જાય છે. હવાના સામાન્ય દબાણમાં ગ્લિસરીનને ગરમ કરવાથી તેનું થોડું વિઘટન થઈ જાય છે. એટલે તેને નિર્વાતક વાસણોમાં યા તપ્ત વરાળ વડે ગરમ કરવાથી ગ્લિસરીન તૈયાર થાય છે. આને શુદ્ધ કરવા માટે ફરીને હવા કાઢી લઈને ઓછા દબાણવાળાં બંધ વાસણોમાં ઉકાળવામાં આવે છે.

ગ્લિસરીન એ ચીકણો જાડા સીરપ ચાસણી જેવો પ્રવાહી છે. આપણા દેશમાં ગ્લિસરીનની બનાવટ મોટા પ્રમાણમાં થતી નથી; કેમકે મોટે ભાગે સાબુનાં કારખાનાંવાળાઓ ગ્લિસરીનવાળું પાણી ફેંકી દે છે! આ તો દેશને મોટું નુકસાન છે, કારણ કે આધુનિક યુદ્ધોમાં ગ્લિસરીન તો ચાવી રૂપ રસાયન લેખાય છે. દેશના રક્ષણ માટે ઉપયોગી દારૂગોળાની બનાવટમાં ગ્લિસરીન તો અતિ મહત્ત્વનું છે. આથી સરકારે આવા કીમતી પદાર્થનો બરાબર ઉપયોગ થાય તે પ્રત્યે ખાસ ધ્યાન આપવું જોઇએ અને તેના ઉદ્યોગને વિકસાવવો જોઇએ. દેશની આવી ઉપયોગી સંપત્તિને વેડફાઇ જતી અટકાવવા માટે સરકારે સાબુના પાણીમાંથી ગ્લિસરીન કઢાવી લેવાની કાયદાથી ફરજ નાખવી જોઇએ અથવા તો સરકાર તરફથી જ એવું બનાવનારાં મોટાં કેન્દ્રો અથવા મધ્યસ્થ ડિસ્ટીલરીઓ કાઢવી જોઇએ.

રાસાયનિક સાહિત્ય તપાસતાં ગ્લિસરીનના ૧૫૮૩ ઉપયોગો જડી આવે છે! આ યાદી ૧૯૪૫માં પ્રગટ થઇ હતી. ત્યાર બાદ ઘણા નવા ઉપયોગો અસ્તિત્વમાં આવ્યા છે ને આવતા જાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સરકારી આંકડાઓ બતાવે છે કે આલ્કીડ નામના રેસિન (resin) અને એસ્ટરગમ(એક જાતના ગુંદર)ની બનાવટમાં ગ્લિસરીનનો ઉપયોગ મબલખ થાય છે. પછી આવે છે તેનો ઉપયોગ તંબાકુની બનાવટમાં અને ત્રીજે નંબરે આવે છે ઉપર નિર્દેશેલ ડાયનેમાઇટ અને નાઈટ્રો-ગ્લિસરીન જેવા દારૂગોળામાં વપરાતા પદાર્થોની બનાવટ.

આ ત્રણ મુખ્ય ઉપરાંત ગ્લિસરીનનો ઉપયોગ બીજાં જે અનેકવિધ કામોમાં થાય છે તે જુદાજુદા ઉદ્યોગોમાંના તેના ઉપયોગો ગણાવવા બેસીએ તો તો પાનાંનાં પાના ભરી શકાય; પરંતુ ટૂંકામાં, સેલ્યુલોઝ ફિલ્મો માટે, માંસને લપેટવા માટે, દંતમંજનો, ટૂથ-પેસ્ટો ને ટાપટીપની ચીજોની બનાવટ માટે, અનેક દવા–ઔષધોની બનાવટમાં; છાપવાના સંચાના રોલરોની બનાવટમાં, ગાસ્કેટો ને કૉર્ક પૅકિંગમાં, મારગેરીન (બનાવટી માખણ) અને એવી બીજી ખાવાની ચીજોની બનાવટમા, ગુંદરની બનાવટમાં, કાપડ–ઉદ્યોગમાં (પ્રોસેસિંગમાં), સોડાવોટરની જાતનાં અન્ય મીઠાં પીણાંઓમાં, કાચ જેવો પારદર્શક કાગળ તથા ચિકાશ-પ્રૂફ કાગળ બનાવવા માટે, કૅન્ડી ને ગમ જેવા ચૂસવાના મીઠા પદાર્થોની બનાવટમાં,—આમ અનેક નાના મોટા પદાર્થોની બનાવટમાં ગ્લિસરીન ખૂબ ઉપયોગમાં આવે છે.

વળી ઠંડીમાં ઠરી ન જાય એવા પ્રવાહીઓની બનાવટમાં, રેવણમાં ઉપયોગી પ્રવાહીઓ અને ખાસ સિમેન્ટની બનાવટમાં, વિધ-વિધ ઊઝણાં અને જીવાતની ઉત્પત્તિનો કાબૂ લેવા માટે વપરાતા અનેક પદાર્થોની બનાવટમાં ગ્લિસરીન સીધી યા આડકતરી રીતે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ ઉપરાંત પ્રયોગશાળાઓમાં સંશોધન માટે પણ ગ્લિસરીન વપરાય છે. ગ્લિસરીનમાંથી બનાવેલાં પ્લાસ્ટિકોની વપરાશ વધતી જાય છે. સ્ફોટક પદાર્થો તેમજ કૃત્રિમ રેસિન બનાવનારને તો ગ્લિસરીન અમૂલ્ય રસાયન છે. તંબાકુ કેળવનાર તેને જલશોષક તરીકે વાપરે છે. સૅલ્યુલોઝ ફિલ્મ બનાવનારને તે ઉપયોગી પ્લાસ્ટિસાઈઝર છે. ભઠિયારો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પોતાની કેઇકનો સ્વાદ સાચવનાર તેમજ તેને તાજી રાખનાર પદાર્થ તરીકે ગ્લિસરીનની કિંમત આંકે છે.

વળી ગ્લિસરીન તદ્દન સલામત પદાર્થ છે. તે ખોરાકમાં લેવાથી વિષમય પદાર્થો પેદા થતા નથી. શરીરને કોઇ પણ ઈજા કે નુકસાન પહોંચાડયા વિના તે ખાઈ શકાય છે.

ખોરાકમાં, પીણાંઓમાં ને અન્ય ખાદ્ય પદાર્થોમાં તે ઉપયોગી પદાર્થ છે. શરીરમાં સાકર જે કાર્યશક્તિ આપે છે, લગભગ તેટલી જ શક્તિ ગ્લિસરીનમાંથી મળે છે. આપણી પાચનક્રિયામાં ગ્લિસરીન પેદા થાય છે ને આંતરડાંમાં તે છૂટું પડે છે. આ બધા ગુણો ગ્લિસરીનને તૈયાર ખોરાકની બનાવટમાં તેમજ દવાઔષધોની બનાવટ-માં વિશિષ્ટ સ્થાન આપે છે.

તેના આવા બહુવિધ ઉપયોગ માટે ઘણાં કારણો રજૂ કરી શકાય. ખાસ કરીને આ બધા ઉપયોગોની ભૂમિકામાં ગ્લિસરીનના ભૌતિક તથા રાસાયનિક ગુણોનું અસાધારણ સંયોજન રહેલું છે. તેના ભૌતિક ગુણોમાંથી જો તેના સૌથી વિશેષ ઉપયોગો ઉદ્‌ભવે છે, તો તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા તેના રાસાયનિક ગુણોને આભારી છે. ગ્લિસરીન આલ્કૉહૉલના વર્ગનો પદાર્થ છે. તેમાં આલ્કૉહૉલના ત્રણ વિશિષ્ટ અણુસમૂહ છે એટલે તેને ત્રિગુણિત આલ્કૉહૉલ(ટ્રાય-હાઇડ્રિક આલ્કૉહૉલ)ના વર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે. આને લીધે તેનામાં પ્રક્રિયતા ખૂબ રહેલી છે. પરિણામે જુદીજુદી રાસાયનિક ક્રિયાઓની મદદ વડે તેમાંથી અનેક પદાર્થો બનાવી શકાય છે.

છેલ્લાં થોડાં વર્ષોમાં ગ્લિસરીનના એસ્ટરો (esters)* ખોરાકને વાસી થતો અટકાવવા માટે ઉપયોગી નીવડયા છે. દાખલા તરીકે

*આલ્કૉહૉલ અને ઍસિડને સંયોજવાથી જે પદાર્થ બને તે ઍસ્ટર કહેવાય છે. આ ઍસ્ટરો સુગંધિત પદાર્થો હોવાથી તેલ અત્તરો તથા એવાં બીજાં સુગંધિત દ્રવ્યોમાં ખાસ વપરાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગ્લિસરીન-મોનોસ્ટીઍરેઈટ (ગ્લિસરીન તથા સ્ટીઍરિક ઍસિડના સંયોજનથી થતો એસ્ટર) કેઇક ને એવા બીજા ખાદ્ય પદાર્થોમાં ઉમેરવાથી તેમનો સ્વાદ ફરતો નથી ને પદાર્થો વધારે વખત સાચવી શકાય છે.

આમ, ગ્લીસરીન આપણા રોજિંદા જીવનમાં ખૂબ મહત્ત્વનો તથા ઉપયોગી પદાર્થ છે અને હજી તેની મહત્તા રોજ-બ-રોજ વધતી જ જાય છે. આપણા દેશમાં તો અનેક તેલીબિયાં પેદા થાય છે અને સાબુનો ઉપયોગ વધતો જ જાય છે, એટલે સાબુનો ઉદ્યોગ સારી રીતે ચાલે છે. પરિણામે કરોડો મણુ ગ્લિસરીન ગૌણ પદાર્થ તરીકે ઉત્પન્ન થાય છે. પણ અત્યારે તેમાંનો માત્ર જૂજ ભાગ ગ્લિસરીનની બનાવટમાં વપરાય છે અને બાકીનો ભાગ, અગાઉ કહ્યું તેમ, ફેંકી દેવામાં આવે છે! આ પરિસ્થિતિ બદલવા અને દેશને આ ઉપયોગી રસાયન પરત્વે સ્વાવલંબી બનાવવા આ ઉદ્યોગને સરકારે ખાસ ઉત્તેજન આપવાની જરૂર છે. રસાયનોત્પાદક ઉદ્યોગમાં ગ્લિસરીનની બનાવટને ઘણું જ અગત્યનું સ્થાન આપવું જોઇએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૧

ફૉસ્ફરસ

પ્રાણીમાત્રને ઉપયોગી એવા આ મૂળતત્ત્વનો ઇતિહાસ અતિ રસિક છે. હૅનિંગ બ્રાન્ડ્ટ નામનો એક જર્મન વેપારી હૅમ્બર્ગમાં થઇ ગયો. તેને કીમિયાગીરીમાં ખૂબ રસ હતો ને રૂપામાંથી સોનું પેદા કરવાની તેની મહત્ત્વાકાંક્ષા હતી. તે માટે તે અનેક અટપટા પ્રયોગો કર્યા કરતો. મૂત્રને ઉકાળ્યા બાદ જે વસ્તુ પાછળ રહે તેમાં કદાચ એ કીમિયાના ગુણ હશે એમ માની તેણે એ પ્રયોગ શરુ કર્યો! તેની પાછળ અનેક રાતના ઉજાગરા કર્યા પછી એક મીણ જેવો પોચો પદાર્થ તેને મળ્યો. તેમાં એવા ગુણ હતા કે જરાક ઘસતાં તે સળગી ઊઠે! આ થઇ પશ્ચિમમાં ફૉસ્ફરસની સૌ પ્રથમ શોધની વાત (ઇ. સ. ૧૬૬૯). તે પછી બ્રાન્ડ્ટે પોતાના મિત્રોને આનંદ કરાવવા એ ફૉસ્ફરસનો ઉપયોગ કરવા માંડ્યો.

આ શોધની ક્રાફ્ટ નામના એક માણસને ખબર પડી. તેને ખબર આપનાર બ્રાન્ડ્ટનો મિત્ર કુન્કેલ હતો. ક્રાફ્ટ તો સીધો ઉપડ્યો હૅમ્બર્ગ અને ફૉસ્ફરસ બનાવવાની રીત ખરીદી લેવાની દરખાસ્ત મૂકી. સોદો નક્કી થયો, રકમ પણ નક્કી થઇ, ને ક્રાફ્ટે ફૉસ્ફરસ બનાવવાનું રહસ્ય જાણી લીધું પરંતુ કુન્કેલને આ વાત ન ગમી. તેણે પોતે જ આ દિશામાં કામ શરૂ કર્યું અને ૧૬૭૨માં અનેક પ્રયોગોને અંતે ફૉસ્ફરસ બનાવવામાં તે પણ સફળ થયો.

ઈ. ૧૬૭૪માં મહાન રાસાયનિક શીલે અને ગાહને આ તત્ત્વ હાડકાંમાંથી શોધી કાઢ્યું ને મોટા પાયા ઉપર બનાવી શકાય એવી રીતો યોજી. એ તો હવે સૌ જાણે છે કે રાત્રે સ્મશાનમાં થતા જે ભડકાને અગાઉ ભૂતાવળનાં સ્વરૂપ ગણવામાં આવતાં તે ભૂતાવળ એટલે ફૉસ્ફરસ. એ ભડકો મુડદાંનાં હાડકાંમાં ફૉસ્ફરસનાં જે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સંયોજનો હોય છે તેમાંથી કોઈ વાર ફૉસ્ફરસ છૂટો પડતાં તે એકદમ હવામાં સળગી ઊઠે છે. તે પરથી એ ભડકા મરનાર માણસના ભૂતના હોવાની વહેમી લોકમાન્યતા ચાલે છે.

ઈ. ૧૬૮૦માં અંતે ફૉસ્ફરસ બનાવવાનું શરૂ થયું. શરૂમાં તો તેનો ભાવ એક ઔંસનો ૫૦ ગિની હતો. આ ફૉસ્ફરસને કાગળના પડમાં રાખીને બનાવેલી ગંધકવાળી લાકડાની સળી, બૉઈલ નામના અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકે સળગાવી. આ થઇ દીવાસળીની પ્રાથમિક બનાવટ. આમ ફૉસ્ફરસની ઉપયોગિતા દીવાસળીની બનાવટમાં માલૂમ પડી એટલે તેની મહત્તા વધતી ગઇ. આજે તો ફૉસ્ફરસ અને દીવાસળીનો ઉદ્યોગ એટલી ગાઢ રીતે સંકળાએલાં છે કે ફૉસ્ફરસની શોધ વિના આજની આપણી દીવાસળીની બનાવટ જ અસંભવિત બની હોત. શરૂશરૂમાં તો એક સૈકા સુધી ફૉસ્ફરસની આ શોધ ખાસ કાંઇ પણ ઉપયોગ વિના નિરર્થક જ પડી રહેલી.

ફૉસ્ફરસમાં રાત્રે અંધારામાં ચળકવાનો પણ ગુણ છે. એ પરથી ગ્રીક શબ્દ ફૉસ એટલે પ્રકાશ અને ફેરો એટલે ધારણ કરવું એમ સંધિ થઇને 'ફૉસ્ફરસ' નામ પાડવામાં આવ્યું છે.

ફૉસ્ફરસ પ્રખર પ્રક્રિયાશીલ છે: કુદરતમાં ક્યાં યે તે સ્વતંત્ર અવસ્થામાં મળતો નથી, પરંતુ તેનાં અનેક ઉપયોગી સંયોજનો મળી આવે છે. આ સંયોજનો બે પ્રકારનાં હોય છે: 'સખત' ફૉસ્ફેટોનો ઉપયોગ ફૉસ્ફરસ કાઢવા માટે કરવામાં આવે છે, ને 'પોચા' ફૉસ્ફેટો સુપરફૉસ્ફેટ નામનું ખાતર બનાવવા માટે વપરાય છે.

વનસ્પતિ તેમજ પ્રાણીના શરીરમાં ફૉસ્ફરસ એક આવશ્યક અંશ છે. જીવનરસમાં પણ તેનું અસ્તિત્વ છે. હાડકાંઓમાં ૫૮ ટકા કૅલ્શ્યમ ફૉસ્ફેટ હોય છે. ઇંડાંની ઝર્દી(પીળા ભાગ)માં તથા આપણા જ્ઞાનતંતુઓ તેમજ મગજમાં તો ફૉસ્ફરસ મહત્તાપૂર્ણ ભાગ ભજવે છે, અને તેથી જ મગજની નબળાઇનાં દર્દોમાં અથવા સામાન્ય

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નબળાઈમાં ઈસ્ટન સીરપ, ગ્લિસેરોફૉસ્ફેટ વગેરે ફૉસ્ફરસવાળી ટૉનિક દવાઓ આપવામાં આવે છે. વળી એ પણ જાણીતું છે કે નાઇટ્રોજન તથા ફૉસ્ફરસવાળા ગ્લિસરીનયુક્ત પદાર્થો (જેવાં કે લેસિથીન) મગજ ને જ્ઞાનતંતુઓમાં રહેલા છે તેથી લેસિથીનવાળા પદાર્થો (જેવાં કે ઈંડાં, બદામ, સોયાબીન અને બીજાં કઠોળ) માનસિક પરિશ્રમ કરનારને ઉપયોગી થઈ પડે છે. આ દૃષ્ટિએ દૂધ પણ ખૂબ કીમતી છે, કારણ કે તેમાં પણ આવાં પોષક તત્ત્વો રહેલાં છે.

વનસ્પતિ પોતાને જોઈતો ફૉસ્ફરસ જમીનમાંથી લઈ લે છે. આ ફૉસ્ફરસ તેને પૂરતા પ્રમાણમાં મળે એટલા માટે હાડકાંનો ભૂકો ને સુપર-ફૉસ્ફેટ જેવાં ફૉસ્ફરસવાળાં ખાતરો ખેતીમાં ઉપયોગી લેખાય છે. સ્વતંત્ર દેશો તો આજે પોતાની હદ બહાર થતી હાડકાંની નિકાસ કાયદા વડે અટકાવે છે, કારણ કે હાડકાં એ દેશનું કાચું ધન છે. ખેતીની આબાદી તેના પર જ નભે છે.

હાડકાંનાં સંયોજનોમાંથી ફૉસ્ફરસ કાઢવાની બે રીતો પ્રચલિત છે: પ્રથમ રીતમાં હાડકાંની રાખનું સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે વિઘટન કરવામાં આવે છે, એટલે તેમાંથી ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ બને છે. આ ફૉસ્ફોરિક ઍસિડને ઉકાળીને ઘટ્ટ બનાવી તેમાં કોલસાનો ભૂકો ઉમેરી ખૂબ ગરમ કરવાથી તેમાંથી ફૉસ્ફરસ છૂટો પડે છે. બીજી રીતમાં વીજળીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કુદરતી ફૉસ્ફેટો અથવા હાડકાંના ભૂકાને રેતી અને કોલસા સાથે ભેળવીને પછી તે મિશ્રણને વીજળિક ભઠ્ઠીમાં તપાવવામાં આવે એટલે તેમાંથી ફૉસ્ફરસ છૂટો પડે છે.

ફૉસ્ફરસ હવાના સંપર્કમાં આવતાં એકદમ સળગી ઊઠે છે. આથી તેને સાચવવા માટે પાણીમાં રાખવો પડે છે. આ પીળો ફૉસ્ફરસ કહેવાય છે. તેને છરી વડે કાપી પણ શકાય છે. તે પાણીમાં ઓગળતો નથી; પણ કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડમાં ઓગળે છે. આવા દ્રાવણને એક કાગળ ઉપર રેડી હવામાં રાખવાથી અચાનક સળગી ઊઠે છે અને ભૂતના ભડકા જેવો દેખાવ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફૉસ્ફરસ

ફૉસ્ફરસનો મોટો ભાગ દીવાસળીના ઉદ્યોગમાં જ વપરાય છે. આ ઉપરાંત કેટલોક ભાગ ફૉસ્ફર બ્રૉન્ઝની બનાવટમાં જાય છે. ફૉસ્ફરસ ઝેરી હોવાથી ઉંદર મારવા માટે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. આ ઉપરાંત બૉમ્બની બનાવટમાં પણ તે ઉપયોગી છે. તેનાં ઉપયોગી સંયોજનો—ફૉસ્ફરસ ટ્રાયક્લોરાઇડ, પેન્ટાક્લોરાઇડ, પૅન્ટૉક્સાઇડ વગેરે છે. ફૉસ્ફરસનાં કારખાનાંમાં કામ કરતાં મજૂરોને ફૉસ્ફરસની બાષ્પને લીધે જડબાંનું દર્દ થાય છે. આથી દીવાસળીની બનાવટમાં પીળા ફૉસ્ફરસનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો છે.

ગંધકની માફક ફૉસ્ફરસ પણ બહુરૂપતા (allotropy) દાખવે છે. પીળા ફૉસ્ફરસને ૨૦૦ ડિગ્રીએ ગરમ કરવાથી તેમાંથી રાતો ફૉસ્ફરસ બને છે. આ જાત સહેલાઇથી સળગતી નથી. વળી તેને ગંધ કે સ્વાદ નથી તેમજ તે ઝેરી પણ નથી. આમ, રાતો ફૉસ્ફરસ સહીસલામત હોવાથી દીવાસળીના ઉદ્યોગમાં તેનો જ ઉપયોગ ખૂબ થાય છે. પીળા ફૉસ્ફરસને કૉસ્ટિકના દ્રાવણ સાથે ગરમ કરવાથી તેમાંથી ફૉસ્ફીન નામનો વાયુ નીકળે છે. આ વાયુ હવામાં સળગી ઊઠે છે. તેનો ઉપયોગ દરિયામાં સંકેતો આપવા—સિગ્નલિંગ—માટે કરવામાં આવે છે. તે માટે કૅલ્શ્યમ ફૉસ્ફાઇડના ડબ્બાને કાણાં પાડી દરિયામાં તરતા મૂકવામાં આવે છે, એટલે તેમાંથી છૂટતો વાયુ બળે છે.

દીવાસળી

સંસ્કૃતિના ઇતિહાસમાં દીવાસળીની શોધ એક સીમાચિહ્નરૂપ છે. દીવાસળી એટલે માનવીની ઇચ્છા મુજબ અગ્નિ પ્રગટાવવાની કરામત. અને આપણા જીવનમાં અગ્નિની જરૂર તો અનેક કામ માટે પડે છે. જૂના જમાનામાં ચકમક અને ગજવેલ ઘસીને અગ્નિ પેદા કરવામાં આવતો. દીવાસળીની શોધથી એ કડાકૂટ તદ્દન ઓછી થઈ ગઈ અને અગ્નિ હસ્તામલકવત્ થઈ ગયો. એ શોધ ઓગણીસમી સદીના પ્રથમચરણમાં થઇ ગણાય. એ પ્રાથમિક દીવાસળીમાં પોટાશ્યમ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ક્લૉરેઈટ, ઍન્ટીમની સલ્ફાઈડ ને ગુંદર મેળવીને, એ મિશ્રણને પાતળા લાકડાના ટુકડાઓ પર ચોંટાડવામાં આવતું, અને તેને સળગાવવા માટે કાચકાગળના પડ વચ્ચે તેને ઘસવામાં આવતી.

ફૉસ્ફરસની શોધ થતાં ઍન્ટીમની સલ્ફાઈડને બદલે તેનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો. પરંતુ તેમાંથી બનતી પ્રથમ દીવાસળી ખામીવાળી હતી, કેમકે તેમાં વપરાએલો ફૉસ્ફરસ ઝેરી હોઈ નુકસાનકારક હતો; અને વળી તે ગમે ત્યાં ઘસાવાથી સળગી ઊઠતી. તે પછી રાતો ફૉસ્ફરસ (જે સલામત છે તે) વપરાવા લાગ્યો. આજની દીવાસળીઓમાં તો રાતો ફૉસ્ફરસ પણ નથી વપરાતો: પરંતુ ફૉસ્ફરસ સલ્ફાઇડ (ફૉસ્ફરસ અને ગંધકનું સંયોજન) વપરાય છે, એટલે કે આધુનિક દીવાસળીનાં ટોપકાંમાં ફૉસ્ફરસ સલ્ફાઈડ, પોટાશ્યમ ક્લૉરેઈટ અને મૅન્ગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડને સરેસ સાથે મેળવીને લગાડવામાં આવે છે. તેમાં ઘર્ષણનો ગુણ વધારવા કાચનો બારીક ભૂકો નાખવામાં આવે છે તથા રંગીન પદાર્થ તરીકે પ્રુશિયન બ્લુ યા ક્રોમ યલો નામના રંગ ઉમેરેલા હોય છે.

'સેફ્ટી મૅચ'ની બનાવટમાં પોટાશ્યમ ક્લૉરેટ, ડાયક્રૉમેટ, અને સીસાની રાતી ભસ્મ જેવા જારણકર્તા પદાર્થો (oxidising agents) હોય છે, ને તેની સાથે ઍન્ટીમની સલ્ફાઈડ તથા ક્વચિત ગંધક યા કોલસાની બારીક ભૂકી નાખેલી હોય છે. આ થયું ટોપકું. દીવાસળીની પેટી પર ઘસવાની પટ્ટીમાં રાતો ફૉસ્ફરસ હોય છે. સેફ્ટી દીવાસળી એ પટ્ટી ઉપર ઘસવાથી જ સળગી ઊઠે: બાકી બીજે ગમે ત્યાં ઘસવાથી તે સહેલાઇથી સળગતી નથી. ફૉસ્ફરસને બાળવાથી તેનો પૅન્ટૉક્સાઇડ બને છે. આ પૅન્ટૉક્સાઇડને પાણી સાથે ઉકાળવાથી ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ થાય છે. તેના ક્ષારો ફૉસ્ફેટો કહેવાય છે. એ પૈકી ટ્રાયસોડિયમ ફૉસ્ફેટ પાણી નરમ કરવા માટે 'ટ્રિસ્સા' નામથી વપરાય છે. ફૉસ્ફરસ પૅન્ટૉક્સાઈડ તીવ્ર જળગ્રાહી પદાર્થ હોઇ પદાર્થોને ભેજ-મુક્ત કરવા માટે વપરાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૨

કાર્બન

'કાળો કોયલા જેવો' એ આપણામાં જનતાની એક પ્રચલિત ઉપમા છે. આંખને અપ્રિય એ કોયલાનું તત્ત્વ તે કાર્બન. આપણી ધરતી પર અસ્તિત્વ ધરાવતાં મૂળતત્ત્વોમાં અદ્‌ભુત એ તત્ત્વ છે. એક બાજુ કાર્બન આપણા શરીરની રચનામાં આવશ્યક અંગભૂત તત્ત્વ છે—આપણા પ્રાણનો આધાર છે; તો બીજી બાજુ એ તત્ત્વવાળો કોલસો, આપણા આધુનિક જીવનમાં ઉપયોગી પુરવાર થયેલા અનેક પ્રકારના પદાર્થો માટે જરૂરી કાચા પદાર્થો પૂરા પાડનાર એક અતિ મહત્તાપૂર્ણ ઉપયોગી ચીજ છે: એટલું જ નહિ પણ શક્તિ પેદા કરવાનું એક આદિ સાધન છે. આપણે કોલસો બાળીએ છીએ તે આ કાર્ય માટે જ. તે ક્રિયા દ્વારા પેદા થતી શક્તિ આપણો ખોરાક રાંધે છે, આપણને ઉષ્મા આપે છે ને આધુનિક યંત્રોને ચલાવે છે.

કાર્બન કુદરતમાં સ્વતંત્ર અવસ્થામાં તેમજ સંયુક્ત દશામાં જડી આવે છે. હીરો અને ગ્રેફાઈટ તેના સ્ફટિકમય પાસાદાર રૂપાંતરો છે. કોલસો તેનો અ-સ્ફટિકમય બિનપાસાદાર પ્રકાર છે. ખરતા તારાઓમાં તેમજ સૂર્ય અને તારાઓમાં પણ સ્વતંત્ર કાર્બનનું અસ્તિત્વ માલૂમ પડે છે. ખનિજ તેલ યા પૅટ્રોલિયમ એટલે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના સંયોજનથી પેદા થયેલ હાઇડ્રો-કાર્બનનું પ્રવાહી મિશ્રણ. આપણા વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉકસાઇડ વાયુ જૂજ પ્રમાણમાં સ્વતંત્ર રીતે હોય છે. તેનાં સંયોજનો એટલે કાર્બોનેટો, જેવાં કે ચૂનાપથ્થર, આરસપહાણ પુષ્કળ મળી આવે છે. કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમનો સંયુક્ત કાર્બોનેટ ડોલોમાઇટ તરીકે ઓળખાય છે અને કેટલીય પર્વતમાળાઓ તેની બનેલી હોય છે.

વનસ્પતિ તેમજ પ્રાણીને નિભાવતા જીવનરસમાં કાર્બનનાં સંયો-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જૂનો છે. આધુનિક રસાયને પ્રાણિજ તેમજ વનસ્પતિજ કાર્બન-પદાર્થો પુષ્કળ સંખ્યામાં પ્રયોગશાળામાં બનાવી જનતાને સુલભ બનાવી દીધા છે. આ રસાયન કાર્બનિક રસાયન (Organic Chemistry) તરીકે ઓળખાય છે. કાર્બનિક રસાયન કાર્બનના રસાયનનો એક ભાગ છે–એક પ્રકરણ છે. પરંતુ તેમાં આવતા પદાર્થોની સંખ્યા અતિશય મોટી હોવાથી સગવડ ખાતર તેને અલાયદું રાખવામાં આવે છે. બાકી તો જે રસાયનના સિદ્ધાંતો બીજા પદાર્થોને લાગુ પડે છે તે બધા કાર્બનિક પદાર્થોને પણ લાગુ પડે છે.

કાર્બનિક પદાર્થોને ગરમ કરવાથી કાળા પડી જાય છે, અને છેવટે તેમાંથી કાળો કોલસો રહે છે. લાકડાને બાળવાથી તેનો રંગ બદલાતો જાય છે અને તેમાંથી કોલસા પડે છે. કોલસાને વિશેષ ગરમી આપવાથી તે સળગે છે અને છેવટે થોડીક રાખ રહે છે. આ ક્રિયામાં કોલસાનો કાર્બન હવાના ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈ કાર્બન ડાઈ-ઑક્સાઇડ બને છે અને તે વાયુ હોઈ હવામાં ભળી જાય છે. કોલસામાં આવેલી બીજી અશુદ્ધિઓ રાખરૂપે પાછળ રહે છે. આ ક્રિયામાંથી મળતી ગરમી માનવી જૂના કાળથી ઉપયોગમાં લેતો આવ્યો છે.

કાર્બનની અ-સ્ફટિક જાતોમાં આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગી પ્રકારો નીચે પ્રમાણે છે: (૧) કોયલો: લાકડામાંથી બનાવેલો (વૂડ ચારકોલ); ખાંડમાંથી યા એવા બીજા પદાર્થોમાંથી બનાવેલો (સ્યુગર ચારકોલ); (૨) મેશ (લૅમ્પ બ્લૅક): કોઇ પણ બળતા કાર્બનિક પદાર્થની જ્યોત ઉપર ઠંડું વાસણ ધરવાથી ભેગો થતો કાળો પદાર્થ; (૩) પ્રાણિજ કોલસો (ઍનિમલ ચારકોલ): હાડકાં બાળીને બનાવેલો કોલસો, આયવરી બ્લૅક વગેરે; (૪) કૉક; ખાણમાંથી નીકળતી જુદી જુદી જાતો; (૫) ગૅસ કાર્બન; અને (૬) ઇલેક્ટ્રોડ કાર્બન, જેનો પરિચય આગળ આવે છે. આ બધાય કાળા ને અપારદર્શક હોય છે.

શુદ્ધ અ-સ્ફટિકમય કાર્બન, મૅગ્નેશિયમ ધાતુને કાર્બન ડાઇ-ઑક્સાઇડ વાયુના વાતાવરણમાં બાળવાથી બને છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગુજરાતમાં કોયલો ખૂબ બનાવાય છે, પરંતુ જે રીત પ્રચલિત છે તે આર્થિક દૃષ્ટિએ ખામીભરેલી છે. ખાડામાં લાકડાંનો ગંજ કરીને બાળવાથી તેમાંથી નીકળતા ઉપયોગી પદાર્થો હવામાં ચાલ્યા જાય છે. તેમાંથી બળતણ માટે ઉપયોગી ગૅસ, ઍસેટિક ઍસિડ, ઍસીટોન અને મિથાઈલ આલ્કોહૉલ વૂડસ્પિરિટ એવા પદાર્થો મેળવી શકાય. એટલા માટે બંધ બકપાત્રોમાં લાકડાંને બાળી કોયલો બનાવાય છે. આ કોયલા વધારે કઠણ હોય છે. આ રીતે માઇસોરમાં ભદ્રાવતીમાં કામ ચાલે છે. કોયલામાં વાયુઓ સંગ્રહવાની શક્તિ છે, કારણ કે તે છિદ્રાળુ છે. એટલે તેનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધ કરવા માટે પણ થાય છે. ગંદકી-વાળી જગ્યામાં કોયલાની ભૂકી નાખવાથી બદબો અટકી જાય છે. નાળિયેરની છાલમાંથી બનાવેલો કોયલો વિશેષ ક્રિયાશીલ હોય છે.

મેશ બનાવવા માટે તેલ, મીણ ને ટર્પેન્ટાઇન જેવા પદાર્થોને અ-પૂરતી હવામાં બાળવામાં આવે છે. એસિટિલીનમાંથી બનાવાતી મેશનો ઉપયોગ પૂરક (fillers) તરીકે થાય છે. આનો ઉપયોગ રબર-ટાયરની બનાવટમાં થાય છે. થોડોક ભાગ રંગરોગાનમાં પણ વપરાય છે.

હાડકાંઓને નિર્વાતક રીતે આસવવાથી તેમાંથી ઍમોનિયા અને બીજા પદાર્થો, વાયુઓ અને હાડકાંનું તેલ (ડીપેલ ઑઈલ) નીકળે છે, અને છેવટે જે કાળો પદાર્થ રહે છે તે અનિમલ ચારકોલ કહેવાય છે. તેને વિશેષ શુદ્ધ કરવાથી આઇવરી બ્લૅક બને છે. ઍનિમલ ચાર-કોલ ખાંડને શુદ્ધ સફેદ કરવા માટે વપરાય છે. ગળીના દ્રાવણને ઍનિમલ ચારકોલના બારીક ભુક્કા સાથે ઉકાળો : પછી તેને ગાળવાથી રંગવિહીન સફેદ દ્રાવણ નીકળે છે. યુદ્ધમાં ઝેરી વાયુઓને રોકવા વપરાતા ગૅસ-માસ્કમાં (gas-mask) પણ તેને સક્રિય બનાવીને વાપરવામાં આવે છે.

ખાણમાંથી નીકળતો કોલસો એટલે ભૂસ્તરીય કાળમાં આપણી પૃથ્વી પર થયેલ ઉલ્કાપાતો અને જ્વાળામુખીય પ્રવૃત્તિઓમાં દટાઇ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગએલી વનસ્પતિના અશ્મિભૂત અવશેષો. આપણા દેશમાં ઝરિયા અને રાણીગંજની ખાણોમાંથી ખૂબ કોલસો કાઢવામાં આવે છે. આસામમાં પણ કોલસા નીકળે છે, પરંતુ એ કોલસામાં ગંધકનું પ્રમાણ વિશેષ છે. આ કોલસો વાપરવાલાયક બનાવવા સંશોધન ચાલે છે. હિંદી સરકારે ફ્યુયેલ રીસર્ચ ઇન્સ્ટીટ્યૂટ આવાં કામ માટે કાઢ્યું છે. કોલસાને બંધ બકપાત્રો(retorts)માં આસવવાથી તેમાંથી કોલ-ગૅસ, ઍમોનિયા અને ડામર જેવા ઉપયોગી પદાર્થો મળે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન બાકપાત્રોના ઉપરના ભાગમાં સખત કાળું પડ બંધાય છે. તે ગૅસ-કાર્બન કહેવાય છે. આ ગૅસ-કાર્બન વિદ્યુતવાહક છે એટલે તેનો ઉપયોગ વીજળી-લૅમ્પોમાં અને બૅટરીઓમાં થાય છે. આ ગુણ કાર્બનની બીજી જાતોમાં નથી હોતો. કોલ-ગસ અને બીજા પદાર્થો કાઢી લીધા પછી જે લાલચોળ કોલસા રહે છે તેને ઠારવાથી કૉક બને છે. કૉકની સખત જાત (હાર્ડ કૉક) ધાતુઓ ગાળવા માટે વપરાય છે. આપણા દેશમાં કોલસો તેની ખાણમાંથી કાઢીને એમ ને એમ વાપરવામાં આવે છે. આ પ્રથા નુકશાનકારક છે. તેથી કોલસામાંથી મળતા ઉપયોગી પદાર્થો વેડફાઇ જાય છે. પરંતુ કોકિંગ કરીને વાપરવાથી આ ઉપયોગી પદાર્થો મેળવી શકાય. કોલસો દેશનું રાષ્ટ્રીય ધન છે. તેનો ઉપયોગ બરાબર યોગ્ય રીતે થવો જોઇએ. ઇંગ્લેંડ, અમેરિકા અને બીજા દેશોમાં કોલસામાંથી ખૂબ કીમતી રસાયનો કાઢવામાં આવે છે. કોલસાને હાઇડ્રોજન સાથે સખત દબાણમાં સંયોજીને પેટ્રોલિયમ બનાવવામાં આવે છે. આવું કારખાનું કાઢવાનો વિચાર હિંદી સરકાર કરી રહી છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૩

કાર્બન અને તેનાં વિવિધ રૂપ

કાર્બનના અ-સ્ફટિકમય પદાર્થો વિષે ગયા પ્રકરણમાં આપણે જાણી ગયા. હવે આપણે સ્ફટિકમય પ્રકારો લઇએ. એમાંથી હીરા વિષે અગાઉ લખાઇ ગયું છે. બીજો સ્ફટિકમય પ્રકાર તે ગ્રેફાઇટ.

ગ્રેફાઇટ ગ્રીક શબ્દ 'ગ્રેફો' એટલે લખવું, એ પરથી આવેલો છે. લખવાની પેન્સિલો તથા ચીતરવાના ક્રેયૉનોની બનાવટમાં તે ઘણા લાંબા કાળથી વપરાતું આવ્યું છે. જૂના વખતમાં ગ્રેફાઇટને સીસા તરીકે લેખવામાં આવતું એટલે તે 'પ્લમ્બેગો' અને 'કાળું સીસું' પણ કહેવાય છે. લખવાની પેન્સિલ માટે 'લેડ પેન્સિલ' શબ્દ પ્રચલિત છે તે પણ આ ઉપરથી જ.

ગ્રેફાઇટ મુખ્યત્વે પરિવર્તિત શિલાઓમાં મળી આવે છે. એ વિષે એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે કે પૃથ્વીનાં પડો જ્યારે બંધાતાં હતાં તે ભૂસ્તરીય કાળમાં અતિશય ગરમી અને દબાણમાં ચૂના-પથ્થરનું વિઘટન થતાં તેમાંથી પેદા થએલા કાર્બન ડાઈઑક્સાઇડના કાર્બનમાંથી તેની ઉત્પત્તિ થઈ હશે; યા તો એ પરિસ્થિતિમાં કાર્બનિક દ્રવ્યોનું ગ્રેફાઇટમાં રૂપાંતર થયું હશે. ગ્રેફાઇટવાળી આવી શિલાઓ મુખ્યત્વે સિલોન ને મેક્સિકોમાં મળી આવે છે. સિલોનમાંનાં અગત્યનાં ભરાણો શિલાની તડોમાં નીકળતી મોટી રેખાઓમાં આવેલાં છે. મેક્સિકોમાંથી અત્યંત સૂક્ષ્મ ગ્રેફાઇટ નીકળે છે. તે કોલસાના થરોમાંથી મળી આવે છે. તેનું બજારુ નામ 'અ-સ્ફટિકમય ગ્રેફાઇટ' છે. જોકે ખરી રીતે એ અ-સ્ફટિકમય નથી, પરંતુ તેની બારીકતા દર્શાવવા એ નામ વેપારમાં રૂઢ થઈ ગયું છે.

ઈ. ૧૯૩૫માં દુનિયાની ગ્રેફાઇટની વાર્ષિક પેદાશ ૨૧૦ હજાર ટન હતી. તે પછીના આંકડા મળતા નથી; પરંતુ તેમાં વધારો થયો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે એવો પુરાવો છે. આમાં રશિયાનો હિસ્સો ૩૯ ટકા, ચૅાસેનનો ૨૧, જર્મનીનો ૧૦, ઑસ્ટ્રેલિયાનો ૯, સિલોનનો ૭, માડાગાસ્કરનો ૫, અને મેક્સિકોનો ૩ ટકા હતો. પણ તે પૈકી સિલોન અને માડાગાસ્કરનું જ ગ્રેફાઇટ બજારમાં ઘણાં વર્ષો સુધી પ્રભુત્વ ધરાવતું રહ્યું હતું. અને હજી પણ ઊંચી જાતનો ગ્રેફાઇટ તો તે દેશો જ પૂરો પાડે છે. મેક્સિકો અને ચૅાસેનમાંથી મુખ્યત્વે અ-સ્ફટિક જાત નીકળે છે.

ગ્રેફાઇટ એ તદ્દન પોચો, કાળો અને અપારદર્શક ખનિજ છે. હીરાનો તે નજીકનો જ સંબંધી છે, છતાં ગુણમાં એ બંને વચ્ચે કેટલો બધો ફરક છે! હીરો સખતમાં સખત ખનિજ છે, જ્યારે ગ્રેફાઇટ પોચો! બાકી રાસાયનિક દૃષ્ટિએ બંને એક જ છે. એમના આ પરસ્પર વિરોધી ગુણો એમની જુદીજુદી સ્ફટિકમય રચનાને લીધે છે.

દુનિયાની પેદાશનો લગભગ ૧૨ ટકા જેટલો ગ્રેફાઇટ લખવાની પેન્સિલો અને ક્રેયૉનની બનાવટમાં ખપે છે. પેન્સિલ બનાવવા માટે ગ્રેફાઇટમાં કાંકરા-રેતી વિનાની સાફ કરેલી બારીક માટી બરોબર મેળવીને, તેને ૮૨૫–૧૧૦૦ ડિગ્રીએ શેકીને મિશ્રણ તૈયાર કરવામાં આવે છે. ગ્રેફાઇટ ઉપર તેજાબ, રસાયનો અને ક્ષારોની કોઇ પણ અસર થતી નથી, અને સખતમાં સખત ગરમી સામે પણ તે ટકી શકે છે. આથી ગ્રેફાઇટનો મોટો જથ્થો–લગભગ ૬૦ ટકા—તો ધાતુ ગાળવાના કામમાં વપરાતા મૂષકો (crucibles) બનાવવામાં વપરાય છે. જોકે વીજળિક ભઠ્ઠીની ખિલવણીએ તેમાં ઘટાડો કર્યો હતો; પણ હવે ચક્ર પાછું ફર્યું છે અને તેનો ઉપયોગ વધવા માંડ્યો છે. એ ઉપરાંત ઊંઝણાંમાં, રંગરોગાનમાં, ઇલેક્ટ્રોડની બનાવટમાં, ડાયનેમો અને મૉટરના બ્રશોની બનાવટમાં, બૅટરીઓમાં અને ઓપ આપવા માટેના બારીક પાઉડરોની બનાવટમાં ગ્રેફાઇટનો ઉપયોગ સારી રીતે થાય છે.

આ વિજ્ઞાનયુગમાં હવે કુદરતી ગ્રેફાઇટની જગ્યા બનાવટી ગ્રેફાઇટે પણ લેવા માંડી છે. અમેરિકામાં નાયાગરા ધોધના પાણીથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પેદા કરેલી સસ્તી વીજળીનો લાભ લઈ ત્યાંના મિ. અચેસન નામના માણસે ઈ. ૧૮૯૬માં ગ્રેફાઈટ બનાવવાની રીત શોધી કાઢી. રેતી અને કૉકના મિશ્રણને ૨૪થી ૩૦ કલાક સુધી વીજળીની ભઠ્ઠીમાં સખત ગરમ કરવામાં આવે છે. એથી પ્રથમ કાર્બોરૅન્ડમ તૈયાર થાય છે. કાર્બોરૅન્ડમ એટલે સિલિકોન કારબાઇડ, જેનું સખત ગરમીને લીધે વિઘટન થાય છે અને ગ્રેફાઈટ બને છે. આ બનાવટી ગ્રેફાઈટ માત્ર પેન્સિલોની બનાવટ સિવાય બાકી બધાં જ કામમાં આવે છે.

કાર્બનની સાથે ધાતુઓનું સંયોજન થવાથી કારબાઈડો બને છે. આવો એક કૅલ્શ્યમ કારબાઇડ, ચૂના ને કોલસાને વીજળીની ભઠ્ઠીમાં ગરમ કરવાથી બને છે. એ કારબાઇડ ઉપર પાણીની અસર થતાં તેમાંથી એસિટિલીન નામનો વાયુ છૂટે છે, જે સળગાવી શકાતો હોઇ બત્તી માટે વપરાય છે. તેને ઑક્સિજન સાથે મેળવીને સળગાવવાથી પુષ્કળ ગરમી પેદા થાય છે; આથી લોઢાના પાટડા કાપવા માટે તેની ગરમીની શેડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આને 'ઓકસી-એસિટિલીન ફ્લેઇમ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

ઍલ્યુમીનિયમ કારબાઇડ પર પાણીની ક્રિયા થતાં મીથેઇન નામનો વાયુ નીકળે છે. કોલસાની ખાણોમાં આ વાયુ ઘણી વાર નીકળે છે. ખાણોમાં થતા ધડાકા એ વાયુ સળગી ઊઠવાથી જ થાય છે.

કાર્બનને બાળવાથી બે ઑક્સાઇડો પેદા થાય છે: એક તો કાર્બન મૉનૉક્સાઈડ. બહુ જ મર્યાદિત—ઓછી હવામાં કોલસો બાળવાથી આ વાયુ પેદા થાય છે. એ અત્યંત ઝેરી હોય છે. ગરમ પાણીનો બંબો રહેતો હોય તેવી બાથરૂમમાં બંબો સળગતો રાખીને બંધબારણે નહાવા બેસવાથી આ વાયુને કારણે ગૂંગળાઈ ગયાના ઘણા દાખલા બન્યા છે. મૉટરના ધુમાડામાં પણ આ જ વાયુ નીકળે છે. પશ્ચિમમાં તો એવા દાખલા પણ નોંધાએલા છે કે બંધબારણે મૉટર ઊભી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રાખી, તેનું એન્જિન ચાલુ કરી, તેનો ધુમાડો અંદર એકઠો થવા દઈને, ઘણાએ આપઘાત કરેલા છે. આ વાયુ નીકલ ધાતુ શુદ્ધ કરવામાં વપરાય છે. તે બળે છે ત્યારે વાદળી જ્યોત નીકળે છે. આપણી સગડીઓમાં ઘણી વાર જે રંગ નજરે પડે છે તે તેનો જ.

બીજો વાયુ તે કાર્બન ડાઈ-ઑક્સાઇડ. આ વાયુ આપણા શ્વાસોચ્છ્વાસમાંથી નીકળે છે. કોઈ પણ કાર્બનવાળી ચીજને બાળવાથી આ વાયુ પેદા થાય છે. દારૂની બનાવટ માટે સાકરવાળા પદાર્થોને જ્યારે આથવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી પણ આ વાયુ પુષ્કળ પ્રમાણમાં નીકળે છે. તે સોડાવૉટર અને એવાં પીણાં (ઍરેટેડ વૉટર્સ) બનાવવા માટે, તેમજ આગ બુઝાવવા માટેનાં સાધનો('ફાયર એક્સ્ટિંગ્વિશર્સ') માં થાય છે. આ વાયુને દબાણમાં ઠંડો પાડવાથી ધીમેધીમે તે પ્રવાહી બને છે ને છેવટે ઘન બરફ જેવો થઈ જાય છે. એને 'સૂકો બરફ' કહે છે, કારણ કે તે ઓગળવાથી પાણી થતું નથી. આ સૂકા બરફને અડવાથી દુઃખદાયક ફોલ્લા પડે છે, આથી પાણીના બરફની હરીફાઈમાં આ બરફ ટકી શક્યો નથી. સંશોધનમાં ટેમ્પરેચર ખૂબ ઓછું કરવા આ સૂકો બરફ વપરાય છે.

લીલી વનસ્પતિનાં પાંદડાં સૂર્યના તાપમાં આ વાયુમાંથી જ કાર્બન લઈને તેમાંથી પોતાને ઉપયોગી ખોરાક બનાવે છે, અને આ રીતે છૂટો પડેલો ઑક્સિજન હવામાં મળી જાય છે. આ ક્રિયાને 'તેજ-સમીકરણ' કહે છે. આ રીતે સૃષ્ટિમાં વનસ્પતિ ઘણો ઉપયોગી ભાગ ભજવે છે. તે હવામાં ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઈડનું પ્રમાણ સમતોલ રાખે છે. સામાન્યરીતે હવામાં દર ૧૦,૦૦૦ ભાગે લગભગ ૩ ભાગ કાર્બન ડાઈ-ઑક્સાઈડ હોય છે. ગીચ વસતિવાળાં શહેરોમાં અને જ્યાં છૂટથી હવાની આવજા ન થઈ શકતી હોય એવી જગ્યાઓમાં આ પ્રમાણ વધી જાય છે, ત્યારે શ્વાસોચ્છ્વાસમાં મુસ્કેલી પડવા માંડે છે અને આકળવિકળ થઈ જવાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લાલચોળ ધગધગતા કોલસા પર વરાળ છોડવાથી કાર્બન મૉનૉ-ક્સાઇડ, કાર્બન ડાઇ-ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુઓનું મિશ્રણ પેદા થાય છે. આ વાયુ 'વૉટર-ગૅસ' કહેવાય છે. એમાં જો વરાળને બદલે હવા વાપરવામાં આવે તો 'પ્રોડ્યુસર ગૅસ' બને છે. આ ગૅસો ઉદ્યોગોમાં ગરમી માટે વપરાય છે. પૅટ્રોલની તંગીના દિવસોમાં મૉટરો પણ આ ગૅસ વડે જ ચલાવવામાં આવતી હતી.

આ થઇ કાર્બનના રસાયનની એક બાજુ. બીજી બાજુએ કાર્બનિક પદાર્થો તો એટલા વિપુલ છે કે અગાઉ નિર્દેશ કર્યા અનુસાર તે માટે તો એક આખું કાર્બનિક રસાયન અસ્તિત્વમાં આવ્યું છે, ને એ બધી ચીજો હવે પ્રયોગશાળાની પેદાશ થઇ ગઈ છે. આપણી ખોરાકી ચીજો, આપણાં કપડાંલત્તાં, આપણા આરોગ્ય માટેની આવશ્યક દવા-ઔષધિઓ, રંગો ને બીજી અનેક ચીજોનો સમાવેશ તેમાં થાય છે. આ બધી ઊડીને આંખને વળગતી ચીજો કાર્બનની જ કરામત છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૪

ઓઝોન

સમુદ્ર-કિનારે એક જાતની વાસ આવે છે એ તમારા ધ્યાનમાં છે? પર્વત ઉપર એક પ્રકારની તાઝગી અનુભવાય છે એ તમે જોયું છે? વીજળીના કારખાનામાં ડાયનેમો ચાલી રહ્યો હોય તેની પાસે એક પ્રકારની ગંધ આવે છે એ તમે અનુભવી છે? એ ગંધ વાતાવરણમાં એક નવા વાયુને આભારી છે, એમ જર્મન રાસાયનિક શાનબાઇને ૧૮૪૦માં પુરવાર કરી બતાવ્યું, અને ગ્રીક શબ્દ 'ઓઝો' એટલે 'હું સૂંઘું છું' એ ઉપરથી તેનું નામ પાડ્યું ઓઝોન.

ઑક્સિજન પર અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણોની પ્રક્રિયા થવાથી ઓઝોન પેદા થાય છે. દરિયાના પાણીનાં ફોરાંનું બાષ્પીભવન થવાથી દરિયાની હવામાં ઓઝોન ઉત્પન્ન થાય છે. વાતાવરણના ઉપલા થરોમાં પણ ઓઝોનનું અસ્તિત્વ પુરવાર થયું છે. જૂજ પ્રમાણમાં હોય તો તો ઓઝોન તાઝગી આપે છે; પરંતુ તેનું પ્રમાણ વધી જાય તો ગળું ઝલાય છે અને અંદરની ચામડી ચરચરે છે તથા ઝેરી અસર થાય છે. પ્રવાહી ઑક્સિજનને અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણોમાં રાખવાથી તેનો રંગ ઘેરો વાદળી થાય છે, કારણ કે તેમાં પ્રવાહી ઓઝોન ઉત્પન્ન થાય છે. વીજળીનો પ્રચાર સામાન્ય થઇ ગયા પછી હવે ઓઝોનનો શ્વાસ લેવા માટે સમુદ્રકિનારે યા પર્વત પર જવાની જરૂર રહી નથી. શહેરમાં દીવાનખાનામાં બેઠાંબેઠાં પણ એક બટન દાબીને હવે ઓઝોન મેળવી શકાય છે.

ગંધક અને ફૉસ્ફરસની માફક ઑક્સિજન વાયુ પણ બહુરૂપતા દાખવે છે. ઓઝોન એનું એક એવું રૂપાંતર છે. ઑક્સિજનમાં વીજળિક ડિસ્ચાર્જ કરવાથી સામાન્ય ઑક્સિજન વાયુમાં એક અણુવિશેષ ઉમેરાય છે, એટલે ઓઝોન બને છે. ઑક્સિજનમાંથી આમ ઓઝોન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બનાવવાનાં યંત્રોને ઓઝોનાઈઝર કહે છે. બ્રોડી અને સાઈમેનના ઓઝોનાઈઝરની રચના સાવ સાદી છે. સાઇમેન ઓઝોનાઇઝરમાં બે કાચની નાળીઓ હોય છે, જે નાના-મોટા વ્યાસની હોવાથી એકબીજીની અંદર પેસાડી શકાય છે. બહારની મોટી નળીની ઉપર અને અંદરની નાની નળીની અંદર કલાઈનાં પતરાં ચોડેલાં હોય છે. પછી એ બે નળીઓની વચ્ચેની જગ્યામાં હવા યા શુદ્ધ ઓક્સિજન પસાર કરવામાં આવે છે, અને ઊંચા વૉલ્ટેજે તણખા ઝર્યા વિના વીજળીનો પ્રવાહ છોડવામાં આવે છે. આ રીતે ઑક્સિજનનું ઓઝોનમાં ૨૫ ટકા રૂપાંતરમાં થઇ શકે છે. જો તણખા ઝરે તો ઓઝોનનું ઑક્સિજનમાં વિઘટન થાય છે. મોટા પાયા પર ઓઝોન બનાવવાનો સિદ્ધાંત પણ ઉપર મુજબ જ છે; માત્ર તેમાં ઓઝોનાઇઝરની રચના વિશાળ પાયા પર કરવામાં આવે છે.

ઓઝોન આછો વાદળી વાયુ છે અને ઑક્સિજન કરતાં દોઢ ગણો ભારે છે. એ ટર્પેન્ટાઇન તેલમાં શોષાઇ જાય છે એ તેની વિશિષ્ટતા છે.

આજે હવે ઓઝોન અજાયબીની વસ્તુ રહી નથી. તેના કેટલા યે મહત્તાપૂર્ણ ઉપયોગો થાય છે. તે ખૂબ પ્રક્રિયાશીલ હોવાથી જંતુઓને બાળી નાખે છે. તેથી તેનો ઉપયોગ પાણીના શુદ્ધિકરણમાં થાય છે. એક ઘન મીટર પાણી માટે લગભગ એક ગ્રામ ઓઝોન જોઇએ. ફ્રાન્સ દેશ ક્લૉરીનને બદલે આજે ઓઝોનનો ઉપયોગ કરી કૉલેરા, ટાઇફૉઇડ અને એવાં દર્દોમાંથી મુક્તિ મેળવી શક્યો છે. ત્યાંની સીન નદીના પાણીમાં એક ઘન સૅન્ટીમીટરમાં ૧૨૭૪૪ સૂક્ષ્મ જંતુઓની હાજરી નોંધવામાં આવી હતી, તે ઓઝોન વડે શુદ્ધ કરતાં એ પ્રમાણ લગભગ શૂન્ય-માત્ર બે જંતુઓ જેટલું તપાસમાં માલૂમ પડયું હતું. એક બીજા પ્રયોગમાં લગભગ ૪૪ લાખ સૂક્ષ્મ જંતુઓ પાણીમાં ઉમેરવામાં આવ્યાં; અને પછી તેને ઓઝોન વડે શુદ્ધ કરવામાં આવ્યું. તો પરિણામ પ્રથમ મુજબ જ આવ્યું. આ ઉપરથી ઓઝોનની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અસરકારકતા સિદ્ધ થઈ ચૂકી છે. જર્મની, રશિયા ને બીજા દેશોમાં પણ હવે ઓઝોન પાણીની શુદ્ધિ માટે વપરાય છે.

ચેપી રોગોની હૉસ્પિટાલોમાં પણ હવે ઓઝોનનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો છે. અમેરિકામાં ઓઝોન વૅન્ટિલેશન માટે હવે પ્રચલિત થતું ચાલ્યું છે. લંડનની ભૂગર્ભ રેલવેમાં અંદરનું વાતાવરણ શુદ્ધ રાખવા માટે ઓઝોન વપરાય છે. ખાવાની ચીજો બગડી ન જાય એ માટે તેમને ઠંડીમાં રાખવામાં આવે છે. આવી ઠંડી વખારોનું વાતાવરણ શુદ્ધ રાખવા માટે પણ ઓઝોન સંતોષકારક નીવડ્યું છે, એટલું જ નહિ પણ સંગ્રહેલી વસ્તુ પર તેથી ફૂગ થતી પણ અટકે છે.

ઓઝોન પ્રબળ જારણકર્તા (oxidising agent) છે, તેથી તેલ, ચરબી જેવા પ્રવાહીઓને સાફ કરવા માટે તેનો ઉપયોગ થાય છે. ઓઝોનમાં રૂપું કાળું પડી જાય છે અને તેની ભસ્મ બને છે. રબર ઉપર તે રાસાયનિક અસર કરે છે. વળી એ પોટાશ્યમ આયોડાઇડ-માંથી આયોડીન છૂટું પાડી આપે છે.

દર્દનિવારણ માટે ઓઝોનનો ઉપયોગ હજી પ્રારંભિક દશામાં છે અને એ અંગે સંશોધન ચાલુ છે. પરંતુ એક સફળ પ્રયોગ તો અહીં નોંધી લઈએ. ઑલિવ તેલ અને કૉડલીવર તેલમાં ઓઝોન મેળવીને આપવાથી ક્ષય, પાંડુરોગ, ફેફસાંનાં દર્દો, ન્યૂમોનિયા અને ઇન્ફ્લુ-ઍન્ઝા જેવાં દર્દોમાં સરસ પરિણામ આવ્યું છે. આપણા દેશમાં ઓઝોનનો ઉપયોગ પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે કરવાનું શરૂ થાય તો અત્યારે વધી રહેલું મરણપ્રમાણ નીચું આવે એમાં શંકા નથી. આપણે આશા રાખીએ કે પ્રજાકીય તંદુરસ્તી અંગે આપણી સરકાર મ્યુનિસિપાલિટીઓને આ દિશામાં યોગ્ય પગલાં લેવા પ્રેરે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૫

હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ

ઓઝોનના જેવો જ બીજો પ્રબળ જારણકર્તા ને ઉપયોગી પદાર્થ હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ પ્રમાણમાં વિશેષ જાણીતો છે. આ પદાર્થ કુદરતમાં જડતો નથી. એની બનાવટ તો વિજ્ઞાનની જ કરામત છે. ઇ. ૧૮૧૮માં ફ્રાન્સના રસાયનશાસ્ત્રી થેનાર્ડે તે શોધી કાઢી સંશોધન કર્યું. તે પાણી જેવો જ પ્રવાહી છે, પરંતુ તેમાં પાણી કરતાં એક અણુ ઑક્સિજન વધારે હોવાથી તેને હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ કહેવાય છે. પાણીને રાસાયનિક પરિભાષામાં 'હાઇડ્રોજન ઑક્સાઈડ' કહે છે; ને 'ઑક્સિજન યુક્ત પાણી' એટલે હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ. ગુજરાતીમાં પણ આ અંગ્રેજી નામ જ રૂઢ થઈ ગયું છે.

બેરિયમ ઑક્સાઇડને (રાસાયનિક સંબંધે આ ઑક્સાઇડ ચૂનાનો ભાઇ છે) ઑક્સિજનના વાતાવરણમાં ગરમ કરવાથી તે ઑક્સિજન વાયુને શોષે છે અને તેમાંથી બેરિયમ પેરૉક્સાઇડ નામનો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે. આ પેરૉક્સાઇડને ઠંડા હાઇડ્રોક્લૉરિક યા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના દ્રાવણમાં મેળવવાથી રાસાયનિક ક્રિયા થાય છે અને તેમાંથી હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડનું પાણીવાળું દ્રાવણ છૂટું પડે છે. હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડવાળા દ્રાવણની કસોટી એ કે તેમાં પોટાશ્યમ આયોડાઈડનું દ્રાવણ નાખવાથી તેમાંથી આયોડીન છૂટે છે.

આ જ રીતે સોડિયમ ધાતુના પેરૉક્સાઇડમાંથી પણ હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડ બનાવી શકાય છે. વળી બળતા હાઈડ્રોજનની જ્યોતને બરફ પર રાખવાથી પણ હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ બને છે. ઑક્સિજન વાયુને પાણીમાં ઓગાળીને તેના પર અલ્ટ્રા-વાયોલેટ કિરણો છોડવાથી પણ જૂજ હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઈડ બને છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઈડ પાણી કરતાં ઓછો વાયુ-પરિણામી (volatile) છે. તેના દ્રાવણને નિર્વાતક વાસણમાં ઉકાળવાથી પ્રથમ પાણી અને પછી હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ નીકળે છે. આ રીતે હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઇડના દ્રાવણને જલદ બનાવવામાં આવે છે. મર્ક કંપનીવાળા ૩૦ ટકા પેરૉક્સાઇડવાળું દ્રાવણ આ રીતે બનાવે છે, જે 'પરહાઇડ્રોલ' તરીકે બજારમાં મળે છે. શુદ્ધ હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડ પાણી જેવો હોય છે ને નાઇટ્રિક ઍસિડ જેવી તેની ગંધ આવે છે. તે ગરમ કરવાથી ભડાકા સાથે ફાટે છે. તેમાં રૂ એકદમ સળગી ઊઠે. હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઇડના પાતળા પાણીવાળા દ્રાવણ સામાન્ય રીતે સ્થિર રહે છે, પરંતુ જો તેમાં અશુદ્ધિઓ હોય તો તેમનું વિઘટન થાય છે.

હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડની કિંમત તે કેટલો ઑક્સિજન આપે છે તેના પરથી અંકાય છે. તેમાં પાણી ઉમેરી દગો કરવામાં આવ્યો હોય યા લાંબા વખત સુધી પડી રહેલું જૂનું હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડનું દ્રાવણ હોય તો તે શોધી કાઢવા માટે નીચે આપેલી માહિતી ઉપયોગી થશે: બજારમાં મળતા હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડની બાટલીના લેબલ પર '૧૦ વૉલ્યુમ' યા '૨૦ વૉલ્યુમ' એમ છાપેલું હોય છે. તેનો અર્થ એ કે એ પ્રત્યેક અનુક્રમે પોતાના વૉલ્યુમ કરતાં ૧૦ ગણો ઑક્સિજન આપે છે. એટલે જો ૧૦ વૉલ્યુમવાળા ૧૦૦ ઘન સૅન્ટિમીટર લઇએ, તો ૧૦×૧૦૦=એક હજાર ઘન સૅન્ટિમીટર ઑક્સિજન વાયુ (શૂન્ય ડિગ્રી સૅન્ટિગ્રેઈડ અને ૭૬૦ મિલિમીટર દબાણમાં) તે આપશે. ૧૦ વૉલ્યુમવાળા હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડમાં ૩.૦૪ ટકા શુદ્ધ હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ હોય છે.

હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઇડનું વિઘટન થતાં તેમાંથી ઑક્સિજન ને પાણી બને છે, એટલે તે પ્રબળ જારણકર્તા પદાર્થ છે. તેનું પાતળું દ્રાવણ જંતુવિનાશક તરીકે ઔષધમાં વપરાય છે. કાનના દુખાવામાં તેનાં ટીપાં નાખવામાં આવે છે. વાઢકાપમાં ઘા ધોવા માટે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. મોં સાફ કરવા તેના કોગળા કરવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તે ક્લોરીન જેવો જલદ બ્લીચિંગ પદાર્થ નથી, એટલે મુલાયમ ચીજોને રંગવિહીન કરવા તેનો ઉપયોગ થાય છે. રેશમ ને પીછાં જેવી ચીજોને ક્લોરીન વડે બ્લીચ કરવાથી તેમને નુકસાન પહોંચે છે. વાળને હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડ વડે ધોવાથી સોનેરી રંગના થાય છે. જૂનાં ઑઇલ-પેઇન્ટિંગ કાળાં પડી ગયાં હોય તો તેના પર હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડના દ્રાવણનું પોતું ફેરવવાથી તે પાછાં ઊજળાં બને. કાપડની મિલોમાં કાપડને ઉકાળ્યા વિના સતત બ્લીચ કરવા માટે હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડનો ઉપયોગ કરતી એક નવી પદ્ધતિ યોજવામાં આવી છે. ક્લોરીન વડે બ્લીચ કરેલા કાપડમાંથી વધારાનો ક્લોરીન દૂર કરવા હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડનો ઉપયોગ ક્લોરીન-વિરોધી (anti-chlorin) તરીકે થાય છે. ફોટોગ્રાફિક પ્લેઇટ ઉપર હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડ એકદમ અસર કરે છે.

હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડની કસોટીમાં પોટાશ્યમ આયોડાઇડ ઉપરાંત નીચેના પદાર્થો પણ વપરાય છે. આ પદાર્થો ખાસ રંગો પેદા કરે છે, જે હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડની હાજરી પુરવાર કરે છે: (૧) પાતળા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાં ટીટેનિયમ ડાયૉકસાઇડનું દ્રાવણ હાઇડ્રોજન પેરૉ-કસાઇડ સાથે મેળવવાથી પીળો રંગ પેદા થાય છે. (૨) પોટાશ્યમ ડાઇક્રૉમેટ ને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન પેરૉકસાઇડનું પાતળું દ્રાવણ ઉમેરવાથી ઘેરો વાદળી રંગ પેદા થાય છે. આ રંગ અસ્થિર છે એટલે તે એકદમ અદશ્ય થાય છે, પણ જો ઈથરની સાથે તેને હલાવવામાં આવે તો ઈથિર વાદળી બની જાય છે. થોડા વખત પછી ઈથિર ઊડી જતાં પાછળ લીલું દ્રાવણ રહે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૬૬

નિકલ

નિકલ એટલે ખોટું તાંબું. નિકલનું ખનિજ તાંબાના ખનિજને બરાબર મળતું આવે છે, પણ એના ખનિજમાંથી તાંબું કાઢવાના બધા પ્રયાસ નિષ્ફળ નીવડતાં, જર્મનીના ખાણિયાઓએ ઉપહાસમાં એનું નામ 'કુપ્ફર નિકલ' (એટલે ખોટું તાબું) પાડ્યું. સંસ્કૃતમાં પણ નિકલને 'પિશાચ-તામ્ર' કહે છે. નિકલ ધાતુ સૌપ્રથમ ૧૭૫૧માં તેના ખનિજમાંથી છૂટી પાડવામાં આવી. તે પછીના બે દસકામાં તો કાંઇ પ્રગતિ ન થઈ શકી, પરંતુ ૧૭૭૪માં બર્ગમાને નિકલના ગુણધર્મનો વિશેષ અભ્યાસ કર્યો. જોકે એમ તો છેક ઈ. સ. પૂર્વે ૨૩૫ વર્ષના જૂના સિક્કાઓમાં પણ નિકલનું અસ્તિત્વ માલૂમ પડે છે, એટલું જ નહિ પણ એથી યે પ્રાચીન કાળમાં ચીનમાં પણ નિકલ ધાતુનો ઉપયોગ થતો એમ પુરવાર થયું છે.

નિકલના ખનિજમાં નિકલ ઉપરાંત લોઢું, કોબાલ્ટ, ગંધક અને સોમલ સંયોજનના રૂપમાં હોય છે. તેમાંથી નિકલ ધાતુ કાઢવાની રીત ખૂબ અટપટી છે, અને તે ધાતુ જુદી પડે તે અંગે અનેક ક્રિયાઓ કરવી પડે છે.

આ સદીની શરૂઆતમાં દક્ષિણ પૅસિફિકમાં ન્યૂ કૅલેડોનિયાની ફ્રેંચ વસાહત દુનિયાને નિકલ પૂરું પાડતી. પરંતુ પછી પરિસ્થિતિ બદલાઈ છે. કૅલેડોનિયાની પેદાશ માત્ર હવે છ ટકા જેટલી જ આવે છે, અને આજે તો દુનિયાની અત્યારની નિકલની પેદાશનો ૮૬ ટકા ઉપરાંત ભાગ કૅનેડામાં ઑન્ટારીઓના સડબરી જિલ્લામાંની જ ખાણો પૂરો પાડે છે. લગભગ એ બધી ખાણો કૅનેડાની ઇન્ટરનૅશનલ નિકલ કંપનીની માલિકીની છે. આ ઉપરાંત નૉર્વે અને સોવિયેટ રશિયામાં તેમજ ફિન્લૅન્ડમાં પણ નિકલનાં ભરાણો આવેલાં છે; પરંતુ અત્યાર સુધી ઉત્પાદનમાં તેઓ અગત્યનો હિસ્સો આપતાં નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રસોઈમાં જેમ ચપટી મીઠું અગત્યનો ભાગ ભજવે છે: એક ચપટી જ મીઠું જેમ રસોઈને સ્વાદિષ્ટ બનાવે છે, એવું જ નિકલની બાબતમાં છે. સામાન્ય માણસને મન નિકલ એટલે નિકલ-પ્લેઇટિંગ (ઢોળ ચડાવવા)-માં અને ચલણી નાણાં તરીકે સિક્કાની બનાવટમાં ઉપયોગી ધાતુ. પણ તેમાં તો નિકલની પેદાશનો માત્ર ૧૦ ટકા ભાગ જ વપરાય છે. પરંતુ એથી વિશેષ મહત્ત્વપૂર્ણ એનું સ્થાન તો ઉદ્યોગોમાં છે. મિશ્ર ધાતુઓમાં નિકલનો ઉપયોગ અપૂર્વ અને કીમતી ગુણો લાવી શકે છે. એ મિશ્ર ધાતુઓની વિવિધ બનાવટોમાં એક ટકાથી માંડીને ૯૦ ટકા સુધીના પ્રમાણમાં નિકલ વપરાય છે.

અત્યારે દુનિયામાં નિકલનું ઉત્પાદન લગભગ ૧૧૦ હજાર ટન ઉપરાંત છે. તેમાંથી ૬૦ ટકા નિકલ તો એકલી ગજવેલની બનાવટના ઉદ્યોગમાં ખપે છે. ગજવેલમાં બે ટકા નિકલ મેળવવાથી કાંઇ ફાયદો થતો નથી, પરંતુ એ પ્રમાણ ચાર ટકા સુધી પહોંચે તો ગજવેલની તણાવાની શક્તિ(tensile strength)માં અજબ ઉમેરો થાય છે. એથી ગજવેલના તાર જલદી કાટ ખાતા નથી તેમજ તેમનો ઘસારો ખૂબ ઓછો આવે છે. નિકલનું પ્રમાણ જો દસ ટકા થાય તો ગજવેલ પોચી બને છે; પરંતુ ૧૩ ટકા નિકલવાળી ગજવેલ એવી તો મજબૂત અને કઠણ બને છે કે તેને કાપી શકાતી નથી તેમજ તેના પર સારડી પણ કામ કરી શકતી નથી. ૨૪ ટકા નિકલનો ઉમેરો કરવાથી લોઢું ચુંબકત્વનો ગુણ ગુમાવે છે, અને એ પ્રમાણ ૩૨ ટકા સુધી લઇ જવાથી તો પછી એ મિશ્ર ધાતુમાંથી વિદ્યુતના પ્રવાહને પણ પસાર થતાં ખૂબ પ્રતિરોધ (resistance) નડે છે. આવી ધાતુ વીજળિક રૅડીએટરો, ટોસ્ટરો વગેરેની બનાવટમાં તારનાં ગૂંચળાં માટે વપરાય છે. ૩૬ ટકા નિકલવાળી ગજવેલમાં એક અદ્ભુત ગુણ પેદા થાય છે. સામાન્ય ઉષ્ણતામાનના ફેરફારોની તેના પર જરાય અસર થતી નથી. આને 'ઇન્વાર' ધાતુ તરીકે ઓળખવામાં આવે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે અને ફૂટપટી તથા બીજાં એવાં માપવાનાં સાધનોની બનાવટમાં તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. બખ્તર, તોપ, ગોળીઓનાં ખોખાં અને દરિયાઈ સરંજામના અનેક ભાગોની બનાવટમાં નિકલવાળું આવું ગજવેલ અતિ મહત્ત્વનું અને ઉપયોગી નીવડ્યું છે.

લોહ ઉપરાંત બીજી ધાતુઓમાં પણ નિકલની મેળવણી થાય છે. તાંબા સાથે નિકલ મેળવવાથી જે મિશ્ર ધાતુ પેદા થાય છે તેમાં અતિશય મજબૂતાઈ અને કાટ સામે ટકવાનો ગુણ આવે છે. એટલે તે કન્ડેન્સર ટ્યૂબો, દરિયાઈ સરજાંમ, વીજળીરોધક તારો તથા સિક્કાઓની બનાવટમાં તેમજ બીજા નાનામોટા વ્યવહારુ ઉપયોગોમાં પુષ્કળ વપરાય છે. ચાર ભાગ તાંબું અને એક ભાગ નિકલવાળી ધાતુ રાઇફલની ગોળીઓને પટ દેવા માટે કામમાં આવે છે.

૬૦ ટકા નિકલ, ૨૫ ટકા લોઢું ને ૧૪ ટકા ક્રૉમિયમ મેળવીને બનાવેલી મિશ્ર ધાતુ 'નિક્રૉમ' કહેવાય છે. તેનું ગલનબિંદુ અતિશય ઊંચું છે, એટલે તે વીજળિક હીટરોની બનાવટમાં તેમજ અતિશય ગરમીએ ચાલતી વીજળિક ભઠ્ઠીઓમાં વપરાય છે.

તાંબા અને નિકલની સાથે જસત (૫ : ૨ : ૨ ના પ્રમાણમાં) મેળવવામાં આવે તો જર્મન સિલ્વર બને છે. નિકલ અને ઍલ્યુમીનિયમ-વાળી મિશ્ર ધાતુ ઍરોપ્લેન, મોટરનાં એન્જિનો અને એવાં બીજાં એન્જિનીયરિંગના કાર્યોમાં વપરાય છે. વસ્તુતઃ નિકલના ઉત્પાદનનો ૮૫ ટકા જેટલો ભાગ આમ અન્ય ધાતુઓ સાથે મેળવાઈને ઉપયોગી મિશ્ર ધાતુઓની બનાવટમાં ખપી જાય છે.

હવે નિકલના સ્વતંત્ર ઉપયોગો લઈએ. નિકલ ઇલેક્ટ્રોપ્લેઇટિંગમાં વપરાય છે. એમાં, પહેલાં વસ્તુને નિકલપ્લેઇટ કરી તેના પર ક્રૉમિયમનો પટ આપવામાં આવે છે. રાસાયનિક ને વીજળિક કામો તેમજ દુગ્ધાલયો અને પૅટ્રોલ કાઢવાના ઉદ્યોગમાં પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. નિકલનો બારીક ભૂકો વનસ્પતિ ઘીની બનાવટમાં સંસર્ગ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પદાર્થ (catalyst) તરીકે વપરાય છે. આ ઉપરાંત, બૅટરીઓ તથા ઇનૅમલોની બનાવટમાં તેમજ રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં કસોટિયા (reagents) તરીકે નિકલના ક્ષારો ઉપયોગમાં લેવાય છે.

નિકલમાં જે વિધવિધ ઉપયોગી ગુણોનું એકીકરણ થએલું છે તે અન્ય કોઈ ધાતુમાં માલૂમ પડતું નથી. આ ધાતુ શ્રેષ્ઠ યાંત્રિક ગુણો ધરાવે છે. તેનામાં ન કટાવાનો તો અદ્દભુત ગુણ છે. ગમે તેવી વિષમ હવામાનવાળી પરિસ્થિતિમાં પણ તેને કાટ વળતો નથી કે બીજી કોઈ જ અસર થતી નથી. વેલ્ડિંગમાં કે કેઇસિંગમાં પણ તેના ગુણોમાં ફેર પડતો નથી. અતિ ઉષ્ણતાએ પણ તેની એ શક્તિ ટકી રહે છે. ધાતુ તરીકે તેના આ ગુણો અતિશય ઠંડીમાં પણ વિકાર પામતા નથી. તેના પર ક્ષાર કે તેજાબ તેમજ બીજા એવા પદાર્થોની અસર થતી નથી. અતિશય મુલાયમ ખોરાક, પીણાં, દવાઓ ઇત્યાદિનું સડા તેમજ કાટ સામે રક્ષણ કરવા નિકલનો પટ આપેલા પૅકિંગનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આથી એ ચીજો ખાટા યા એવા વિકારી પદાર્થો વડે અખાદ્ય બનતી નથી. ઉપરાંત નિકલનો એક વિશિષ્ટ ગુણ તેની ઉષ્ણતાવાહકતા છે. તેની સ્વચ્છ લીસી સપાટીને લીધે તે બીજી ધાતુઓ કરતાં આ ગુણમાં ચઢે છે.

નિકલના વીજળિક ગુણો પણ તેને અતિ મહત્ત્વનું બનાવે છે. ટેલિવિઝન તથા રૅડારની બનાવટમાં તે ઘણું ઉપયોગી છે. ટેલિફોન, ટેલિગ્રાફ, રેડિયો અને બીજા વ્યવહારનાં સાધનોમાં પણ તેનો ઉપયોગ ખૂબ થાય છે.

આપણાં ઘરોમાં પણ નિકલ હવે રોજિંદા ઉપયોગમાં આવે છે. જાતજાતનાં ઘરગથ્થુ વાસણો, તેમજ બીજાં આડકતરી રીતે ઉપયોગમાં આવતાં વીજળીનાં સાધનોની બનાવટમાં નિકલનો ઉપયોગ ઘણાં વર્ષોથી વધતો ચાલ્યો છે. આમ નિકલ એક રોજિંદા ઉપયોગની અત્યંત વ્યાપક અને અતિ મહત્ત્વની ધાતુ પુરવાર થઇ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિકલ ધાતુ ૩૪૦ ડિગ્રી નીચે લોહચુંબકીયતાનો ગુણ ધરાવે છે. આ ધાતુ પર જલદ નાઇટ્રિક ઍસિડની અસર થતી નથી, પરંતુ મંદ ઍસિડમાં તે સહેલાઈથી ઓગળી જાય છે અને લીલા રંગનું દ્રાવણ બને છે. આ દ્રાવણમાંથી નિકલ નાઇટ્રેટના સ્ફટિકો મેળવી શકાય છે. નિકલના ઉપયોગી ક્ષારોમાં નિકલ ક્લોરાઇડ અને નિકલ સલ્ફેટ સામાન્ય છે. નિકલ સલ્ફાઈડ કાળા રંગનું છે.

માનવ-સંસ્કૃતિનો જેમજેમ વિકાસ થતો ગયો તેમતેમ અનુક્રમે લોઢું, તાંબું, કાંસું વગેરેનો ઉપયોગ મનુષ્યે કર્યો છે, અને એ રીતે માનવસંસ્કૃતિના ઇતિહાસમાં તામ્રયુગ, લોહયુગ ને કાંસ્યયુગ આવ્યા છે. આજે નિકલનો યુગ પ્રવર્તે છે એમ કહીએ તો તેમાં અતિશયોક્તિ નહિ ગણાય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૭
કોબાલ્ટ

કોબાલ્ટ એટલે નિકલ ધાતુનો ભાઈ. નિકલની માફક તેનું ખનિજ પણ તાંબાના ખનિજને મળતું આવે છે. તેને ભૂંજવાથી તેમાંથી લસણ જેવી ગંધ છૂટે છે. તેના પર વિવિધ રાસાયનિક ક્રિયાઓ કરવા છતાં તેમાંથી તાંબું ન મળવાથી ખાણિયા તેને 'ખોટું ખનિજ' (કોબાલ્ટ) કહેતા. અને તાંબું નહિ મળવાનું કારણ જૂના કાળના ખાણિયા ભૂતની અસર લેખતા! ગ્રીક શબ્દ કોબાલ્ટ એટલે 'તોફાની ભૂત'; એ ઉપરથી પણ કોબાલ્ટ નામ પડયું.

કોબાલ્ટ માટે સંસ્કૃતમાં 'ભાંડરંજન મૃત્તિકા' શબ્દ છે. પંજાબમાં એને 'રીત' કહે છે. સંસ્કૃત રીતિ શબ્દમાંથી એ આવેલો છે. હિંદીમાં તેને માટે સૈત-સેરત શબ્દ છે, જે સંસ્કૃત સૈક્ત પરથી નીકળ્યો લાગે છે. આ ધાતુનું ખનિજ કાળી રેતી જેવું હોય છે એટલે સિક્ત એ નામ બરાબર છે. ટૂંકમાં કોબાલ્ટ માટે સંસ્કૃત શબ્દોની યોજના ખૂબ અર્થવાહી છે એમ ડૉ. દેસાઇ (ભારતીય રસશાસ્ત્રના કર્તા) માને છે અને આપણા બાપાલાલ વૈદ્ય પણ તે મત સાથે મળતા થાય છે.

પ્રાચીન મિસર દેશની કબરો તેમજ ટ્રૉયનાં ખંડિયેરોમાં સુંદર વાદળી કાચના નમૂના જડી આવે છે, તેનો રંગ કોબાલ્ટને કારણે છે. ખ્રિસ્તી દેવળોની રંગીન કાચવાળી બારીઓમાં વપરાતા વાદળી રંગના કાચની બનાવટમાં પણ કોબાલ્ટનો જ ઉપયોગ થતો. વાસણો ઉપર વાદળી રંગના મીનો ચડાવવામાં કોબાલ્ટનું ખનિજ મુખ્ય હોય છે. આમ કોબાલ્ટનો ઉપયોગ અતિ જૂના વખતથી થતો આવે છે.

કોબાલ્ટવાળા ખનિજને ભૂંજી, રેતી અને પોટાશ્યમ કાર્બોનેટ સાથે ગરમી વડે ઓગાળવાથી સુંદર વાદળી કાચ બનતો. આ રંગ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સોમલને આભારી છે એમ મનાતું, પરંતુ ઈ. સ. ૧૭૩૫માં બ્રાન્ડ્ટે પહેલું પુરવાર કર્યું કે એ ખનિજમાં કોઈ નવીન ધાતુ છે તેનો ક્ષાર જ વાદળી રંગ પેદા કરે છે. ૧૭૮૦માં બર્ગમાને તેના પર વધુ સંશોધન કરી એ ધાતુના ગુણધર્મ તપાસ્યા અને તે ધાતુને કોબાલ્ટ તરીકે ઓળખાવી.

કોબાલ્ટયુક્ત મહત્ત્વનાં ખનિજોમાં લોહું, ગંધક, સોમલ અને થોડા અંશે સોનું રૂપું પણ હોય છે. આમ કોબાલ્ટનાં ખનિજો ખૂબ મિશ્ર હોય છે એટલે નિકલની માફક તેમાંથી કોબાલ્ટને છૂટું પાડવું મુશ્કેલીભર્યું છે. આથી ખનિજમાંથી કોબાલ્ટને જ કાઢવા માટે કોઈ ખાસ ઉદ્યોગ ચાલતો નથી. પણ બીજી ધાતુઓ કાઢવાની ક્રિયામાં કોબાલ્ટ પેટાપદાર્થ તરીકે મળી આવે છે. બે દસકા ઉપર ઑન્ટારિયોમાં કોબાલ્ટ શહેર નજીક આવેલી રૂપાની ખાણોમાં રૂપું કાઢી લીધા પછી કોબાલ્ટ કાઢવામાં આવતું; પણ હવે કોબાલ્ટનું મુખ્ય પ્રાપ્તિસ્થાન ઉત્તર હ્રૉડેશિયા અને બેલ્જિયન કૉન્ગોમાં કાટાન્ગાની તાંબાની ખાણો છે. આ ઉપરાંત ફ્રૅન્ચ મૉરોક્કોની સોનાની ખાણો અને બર્માની નિકલની ખાણોની ઉપપેદાશ તરીકે કોબાલ્ટ નીકળે છે.

આજ સુધી રંગીન કાચ, ઇનૅમલ (મીના) અને ગ્લેઇઝ (રોગાન)-ની બનાવટોમાં વપરાતા કોબાલ્ટનો ઉપયોગ હવે મિશ્ર ધાતુઓની બનાવટના ક્ષેત્રમાં અતિ મહત્ત્વનો ગણાતો જાય છે. ખૂબ ઝડપથી ચાલતાં યંત્રોની બનાવટમાં, ઘસાય નહિ એવા કાટમુક્ત કોબાલ્ટવાળી મિશ્ર ધાતુઓએ અતિ મહત્ત્વનું સ્થાન પ્રાપ્ત કર્યું છે. ૬૦ ટકા કોબાલ્ટ, ૨૫ ટકા ક્રૉમિયમ અને ૧૫ ટકા ટંગ્સ્ટન યા મોલીબ્ડૅનમની બનેલી મિશ્ર ધાતુ 'સ્ટેલાઈટ' અતિ સખત અને કદી જ કાટ ન ખાય એવી બને છે. વાઢકાપમાં ઉપયોગી સાધનો આ જ મિશ્ર ધાતુમાંથી બનાવાય છે. કટલરીમાં વપરાતું ફેસ્ટેલ પણ કોબાલ્ટ, લોહ અને ક્રૉમિયમની મિશ્ર ધાતુ છે. ૩૫ ટકાવાળું કોબાલ્ટ-ગજવેલ મૅગ્નેટોમાં કાયમી લોહચુંબક બનાવવા માટે વપરાય છે અને બીજા લોહચુંબક કરતાં તે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૬૦ ગણું વધારે વજન ઊંચકે છે! હજામતની બ્લેડો (પતરીઓ) બનાવવામાં પણ કોબાલ્ટવાળું ગજવેલ વપરાય છે. કોબાલ્ટ પ્લેઈટિંગ કરેલા પદાર્થોની ઉપલી સપાટી સખત અને ચકચકિત રહે છે. રંગરોગાનની બનાવટમાં કોબાલ્ટના ક્ષારો સૂકવનારા પદાર્થો (driers) તરીકે કામ આપે છે.

કોબાલ્ટ કલૉરાઈડનું દ્રાવણ અદૃશ્ય શાહી તરીકે વપરાય છે. આ દ્રાવણ વડે લખેલું લખાણ અદૃશ્ય રહે છે, પરંતુ કાગળને જરા ગરમ કરવાથી તે વાદળી રંગ પકડે છે, ને ઠંડું પડતાં પાછું અદૃશ્ય થઈ જાય છે.

કોબાલ્ટ ધાતુ રંગે રૂપા જેવી સફેદ હોય છે, પરંતુ તેને જરા આછી વાદળી રંગની ઝાંય હોય છે. નિકલને આવી ઝાંય નથી હોતી, એટલે નિકલ અને કોબાલ્ટ તુરત ઓળખી શકાય છે. કોબાલ્ટ પર પૉલિશ ખૂબ ચકચકિત થાય છે. કોબાલ્ટના ક્ષારોનાં દ્રાવણો આછા ગુલાબી રંગનાં હોય છે.

છેલ્લા બે દસકાની નવી ધાતુઓમાં કોબાલ્ટે ઘણું અગત્યનું સ્થાન લીધું છે અને તેના ઉપયોગો એટલા વધતા જાય છે કે ઉદ્યોગોમાં તેની જરૂરિયાત આજે અનિવાર્ય બની ગઈ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૮

પ્લૅટિનમ : શ્વેત સુવર્ણ

આપણા રોજિંદા ઉપયોગમાં મહત્ત્વનું સ્થાન લેતી ધાતુઓમાં મોંઘામાં મોંઘી ધાતુ કઈ એમ કોઈ પૂછે તો આપણે કહેવાના કે સુવર્ણ–સોનું. પરંતુ એનાથી યે મોંઘી ધાતુઓ અસ્તિત્વ ધરાવે છે અને આ યુગમાં તેમનો ઉપયોગ સીધી તેમજ આડકતરી-રીતે આપણા સામાન્ય જીવનમાં રોજ-બ-રોજ વધતો જ જાય છે. આવી ધાતુઓમાં પ્રથમ આવે પ્લૅટિનમ અને એની સાથે મળી આવતી તેના જેવી જ અન્ય કીમતી ધાતુઓ.

સોનું, રૂપું અને પ્લૅટિનમ–એ ધાતુ-ત્રિપુટી 'ઉમદા ધાતુઓ' કહેવાય છે. હિંદી રસશાસ્ત્રમાં પ્લૅટિનમને માટે શ્વેત સુવર્ણ શબ્દ વાપરવામાં આવ્યો છે. ગરમીમાં કે ઠંડીમાં ઑક્સિજન તેમજ અશુદ્ધ હવાના વાતાવરણમાં તેના પર કોઈ જ જાતની અસર થતી નથી.

ઈ. સ. પૂર્વે સાતમા સૈકાના મિસર દેશના જે પુરાણા અવશેષો મળી આવે છે તેમાં વાપરેલાં ગૂઢ લિપિચિત્રોમાં પ્લૅટિનમની મિશ્ર ધાતુઓ વાપરેલી માલૂમ પડે છે. ૧૫૫૭માં મેક્સિકોની ખાણોમાંથી એક એવી ધાતુ મળી આવતી 'જેના પર અગ્નિની કાંઈ અસર ન થતી તેમજ સ્પેનના કારીગરોની કારીગરી તેના પર નિષ્ફળ નીવડતી.' ૧૭૩૫માં સ્પેનના મુસાફરોએ દક્ષિણ અમેરિકામાં કોલંબિયા પાસે એક ધાતુની શોધ કરી, અને તેના રૂપેરી રંગને લીધે સ્પૅનિશ ભાષાના શબ્દ 'પ્લાટા' એટલે રૂપું, એ ઉપરથી તેનું નામ પાડયું પ્લૅટિનમ. પ્લૅટિનમ ધાતુના નમૂના ૧૭૪૧માં યુરોપમાં લાવવામાં આવ્યા : તેના પર અનેક રાસાયનિકોએ સંશોધન આદર્યું અને પુરવાર કર્યું કે રૂપું અને પ્લૅટિનમ એ ભિન્નભિન્ન ધાતુઓ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શરૂઆતમાં તો પ્લૅટિનમ નિરૂપયોગી લાગેલું. તેનો કોઇ ભાવ ન પૂછતું. ૧૭૩૮માં કોલમ્બિયાનાં ભરાણોમાંથી સોનાની સાથે તે મળી આવ્યું અને સોનામાંથી તેને જુદું પાડવામાં આવ્યું. ઓગણીસમી સદીના અંત સુધી દુનિયાને પ્લૅટિનમ ધાતુ કોલમ્બિયાની ખાણો પૂરી પાડતી. આ એનો ઇતિહાસ.

રશિયા (યુરલ પ્રદેશ), કૅલિફૉર્નિયા, બ્રાઝિલ, ઓર્નિયો અને ઑસ્ટ્રેલિયામાં પણ પ્લૅટિનમનાં ભરાણો આવેલાં છે. રશિયા લગભગ એક સૈકા સુધી પ્લૅટિનમની માગણીનો પૂરવઠો પૂરો પાડતું અને લગભગ ૯૩ ટકા રશિયાનું તથા બાકીનું કોલમ્બિયાની પેદાશનું પ્લૅટિનમ દુનિયાનાં બજારોમાં આવતું. પણ હવે ૧૯૩૩થી કૅનેડાની નિકલની ખાણો લગભગ આખી દુનિયાને પ્લૅટિનમ પૂરું પાડે છે.

પેલેડિયમ, ઓસ્મિયમ, ઇરીડિયમ, રૂથેનિયમ અને રેડિયમ—એ પાંચે ધાતુઓની સાથે પ્લૅટિનમ મળી આવે છે. આ સમૂહમાં પ્લૅટિનમ સૌથી વિશેષ સર્વસામાન્ય છે. કુદરતમાંથી જડી આવતી પ્લૅટિનમ ધાતુ સામાન્યરીતે ઉપરની આ પાંચે ધાતુઓ સાથે જ મળી આવે છે. આ ઉપરાંત સોનું અને લોઢું પણ તેની સાથે હોય છે. આ ધાતુઓ ઝીણાઝીણા દાણા રૂપે મળી આવે છે.

કુદરતી પ્લૅટિનમને પારા સાથે મેળવીને પહેલાં તેમાંથી સોનું કાઢી લેવામાં આવે છે. પછી પ્લૅટિનમ ધાતુસમૂહને હાઇડ્રોક્લોરિક અને નાઇટ્રિક ઍસિડના મિશ્રણ(ઍક્વા રીજીઆ)માં ગાળવામાં આવે છે. તેની ઓસ્મિરીડિયમ ધાતુ (ઓસ્મિયમ ને ઇરીડિયમ) પર કાંઇ અસર નથી થતી એટલે તે છૂટું પડી જાય છે. પછી પ્લૅટિનમ તેના ક્લોરાઇડ ક્ષાર રૂપે જુદું કરવામાં આવે છે અને ઇરીડિયમ દ્રાવણમાં ક્ષાર રૂપે રહી જાય છે. પ્લૅટિનમના ક્ષારને ગરમ કરવાથી પ્લૅટિનમ ધાતુ છૂટી પડે છે અને તેને ગરમ કરીને તેમાંથી શુદ્ધ પ્લૅટિનમ બનાવાય છે.

ઓસ્મિયમ, ઇરીડિયમ અને પ્લૅટિનમ અનુક્રમે સૌથી વિશેષ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભારે ધાતુઓ છે. તેમના પર ઍસિડની કે વાતાવરણની અસર થતી નથી ને તેમનું ગલનબિંદુ ખૂબ ઊંચું છે. ઑક્સિ-હાઇડ્રોજનની જ્યોતની ગરમીમાં જ તે ઓગળે છે, એટલે રાસાયનિક, વીજળિક અને ધાતુ-સંશોધન ઉદ્યોગોમાં આ ધાતુઓ કીમતી ગણાય છે. પરંતુ પ્લૅટિનમને કાર્બન અને ફૅાસ્ફરસ સાથે તપાવવાથી તે બટકણું બની જાય છે.

પ્લૅટિનમનો ખાસ ઉપયોગ ઝવેરાતમાં થતો અને હજી પણ થાય છે. હવે ૩૬ ટકા ઝવેરાતની બનાવટમાં, ૨૩ ટકા દાંતના કામ-માં, ૨૨ ટકા વીજળીના ઉદ્યોગમાં, ૧૪ ટકા રાસાયનિક ઉદ્યોગમાં અને ૫ ટકા પરચુરણ કામમાં પ્લૅટિનમ વપરાય છે. પ્લૅટિનમની કિંમત અગાઉ સોના કરતાં છ ઘણી વધારે હતી; પરંતુ કૅનેડાનું પ્લૅટિનમ-ઉત્પાદન એટલું બધું થવા લાગ્યું કે અત્યારે સોના કરતાં પ્લૅટિનમની કિંમત થોડી જ વધારે રહે છે.

પ્રયોગશાળાઓમાં ઉપયોગી સાધનો જેવાં કે મૂષકો, પતરાં, પ્યાલા, તાર વગેરેની બનાવટમાં પ્લૅટિનમ વપરાય છે. ઉદ્યોગોમાં પણ પ્લૅટિનમનાં વાસણોનો ઉપયોગ વધતો ચાલ્યો છે. ટેલિફોન અને તારનાં સાધનોની બનાવટમાં તેમજ બીજા વીજળિક ઉદ્યોગોમાં કૉન્ટેક્ટ પૉઈન્ટ તરીકે પ્લૅટિનમ ધાતુઓ વપરાય છે. ઍરોપ્લેનના અમુક ભાગોની બનાવટમાં પણ પ્લૅટિનમ હોય છે.

ઇરીડિયમ મિશ્રધાતુમાં ઉપયોગમાં આવે છે, કારણ કે તે ખૂબ સખત ને ચીકણી હોય છે અને જરા યે કાટ ખાતી નથી. પ્લૅટિનમને બદલે પેલેડિયમનો ઉપયોગ આજે વધતો ચાલ્યો છે; કેમકે પેલેડિયમ એક તો સસ્તું છે અને બીજું પ્લૅટિનમ જેવું જ કામ તે આપે છે. ઈ. ૧૯૩૯માં અમેરિકાના વીજળી-ઉદ્યોગે ૩૨,૫૪૮ ઔંસ પેલેડિયમ વાપર્યું હતું; જ્યારે પ્લૅટિનમ તેનાથી અરધું જ વપરાયું હતું.

બનાવટી દાંત અને પોલાણો ભરવા માટે પેલેડિયમનો ઉપયોગ પણ વધતો ચાલ્યો છે. ખૂબ સખત ઉષ્ણતા માપવા માટે, રેઝિસ્ટન્ટ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થર્મૉમીટરો અને થર્મોકપલોની બનાવટમાં પ્લૅટિનમમિશ્ર ઇરીડિયમ વગેરે ધાતુઓ વપરાય છે. ઇન્જેક્શન આપવા માટે વપરાતી સોયો, ફાઉન્ટનપૅનની ટાંકો, ઘડિયાળનાં ઘરાં તથા ચંદા, સર્ચલાઇટના પરાવર્તકો વગેરેની બનાવટમાં આ ધાતુઓ જુદીજુદી રીતે ખૂબ વપરાય છે. પ્લૅટિનમનો તાર એક ઇંચના એકવીસ હજારાંશ જેટલો પાતળો બનાવી શકાય છે!

પ્લૅટિનમ ને કાચનો પ્રસ્તરણાંક લગભગ સરખો હોવાથી ગરમ કાચમાં પ્લૅટિનમ દાખલ કરીને ઠંડું પડતાં ઢીલા પડવાનો કે તૂટી જવાનો ભય રહેતો નથી. વીજળિક બલ્બોમાં વપરાતા તાર પહેલાં પ્લૅટિનમના બનાવાતા, પરંતુ હવે પ્લૅટિનમ-મિશ્રિત ધાતુઓના બનાવાય છે.

ઓસ્મિયમ ધાતુને બાળવાથી 'ઓસ્મિક ઍસિડ' બને છે. આ પદાર્થ ચરચરાટવાળી ગંધ ધરાવે છે અને આંખોને ઇજા કરે છે. આ ઍસિડનાં દ્રાવણો સૂક્ષ્મદર્શક વડે (microscope) વનસ્પતિના સૂક્ષ્મ ભાગો તપાસવામાં ઉપયોગમાં લેવાય છે.

૧૯૩૯માં કૅનેડાની પેદાશ ૧,૪૮,૮૭૭ આંસ પ્લૅટિનમ અને લગભગ ૧૩ાા હજાર ઔંસ પેલેડિયમ, રેડિયમ ને બીજી ધાતુઓ હતી. એ જ વરસમાં ટ્રાન્સવાલે ૫૯ હજાર ઔંસ પ્લૅટિનમ ને ૭૦૦૦ ઔંસ ઓસ્મિરીડિયમ પેદા કર્યું. એ જ વર્ષમાં બેલ્જિયન કૉન્ગોની તાંબાની ખાણોમાંથી તેર હજાર ઔંસ પેલેડિયમ કાઢવામાં આવેલું.

આમ થોડાં વર્ષો થયાં આ વિરલ ગણાતી ધાતુઓ આપણા જીવનમાં તેમજ ઉદ્યોગોમાં મહત્તા પ્રાપ્ત કરતી જાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૩૯

કેટલીક વિરલ ધાતુઓ

ટંગસ્ટન, ટિટૅનિયમ, ટેન્ટાલમ, ઝિર્કોનિયમ અને વેનેડિયમ, આ બધી ધાતુઓ 'વિરલ ધાતુઓ' તરીકે ઓળખાય છે. એ પરથી કદાચ એવો ખ્યાલ બંધાય કે એ અત્યંત જૂજ પ્રમાણમાં મળતી હશે અને આપણા રોજિંદા જીવનમાં બહુ ખપની નહિ હોય. પરંતુ પરિસ્થિતિ એથી ઊલટી છે. આ ધાતુઓનાં ખનિજ બીજી સુલભ્ય ગણાતી સામાન્ય ધાતુઓના કરતાં પૃથ્વીમાં વિશેષ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. ઝિર્કોનિયમ તો તાંબા કરતાં બે ત્રણ ગણું અને સીસાના કરતાં તેર ગણું વધારે નીકળે છે. ગેલિયમ ધાતુના ખનિજ તો રૂપા કરતાં દોઢસો ગણા વધારે મળી આવે છે!

આ વિરલ કહેવાતી ધાતુઓ વિશેષ પ્રચારમાં નથી એનાં કારણોમાં એક તો એ કે તેમનાં ખનિજોમાંથી એ ધાતુઓ સહેલાઇથી ને સસ્તી રીતે કાઢી શકાતી નથી. બીજું એ કે સામાન્ય પ્રચલિત ધાતુઓ કરતાં આ ધાતુઓના ગુણધર્મ કેટલીક વાર જોઇએ એવા હોતા નથી. છતાં કેટલા યે ઉદ્યોગોમાં તેઓએ પોતાની ઉપયોગિતા સિદ્ધ કરી છે. એટલે એમ લાગે છે કે કદાચ થોડાં જ વર્ષોમાં આજની પ્રચલિત ધાતુઓની જગ્યા આ 'વિરલ' ધાતુઓ લેશે.

ટંગસ્ટન મેળવવાના સૌથી વિશેષ ઉપયોગી ખનિજો વૉલ્ફ્રામ, શીલાઈટ ને ફર્બેરાઈટ લેખાય છે. કલાઈના ખનિજોની સાથે નીકળતું વૉલ્ફ્રામ લોહનું ટંગસ્ટેટ છે અને બીજા ખનિજો કરતાં વિશેષ સામાન્ય છે. શીલાઇટ એ કૅલ્શ્યમ ટંગ્સ્ટેટ છે. ૧૯૧૮ સુધી વૉલ્ફ્રામ ખનિજની પેદાશ દુનિયામાં સૌથી વિશેષ ચીનમાં હતી. ત્યાર બાદ બ્રહ્મદેશનો નંબર આવે. આ ઉપરાંત અમેરિકા, પોર્ટુગલ, મલાયા, સિયામ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(થાઇલૅન્ડ), ઑસ્ટ્રેલિયા વગેરેમાં પણ ટંગ્સ્ટનનાં ખનિજો નીકળે છે. ટંગ્સ્ટનના ખનિજને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે ઉકાળવાથી ટંગ્સ્ટિક ઍસિડ થાય છે: તેને સોડા સાથે ગરમીમાં સીઝવવાથી સોડિયમ ટંગ્સ્ટેટ નામનો ક્ષાર બને છે. એ રંગવામાં મૉર્ડન્ટ તરીકે વપરાય છે તેમજ ગરમ ફલાટીનને ફાયર-પ્રૂફ કરવા માટે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. ટંગ્સ્ટિક ઍસિડને કોલસા સાથે મેળવવાથી યા હાઈડ્રોજન વાયુના વાતાવરણમાં લાલચોળ તપાવવાથી ટંગ્સ્ટન ધાતુ બને છે.

ટંગ્સ્ટન પોલાદના રંગની ભારે ધાતુ છે. પ્લૅટિનમ કરતાં એ ત્રણ ગણી સખત હોવાથી તથા તેનું ગલનબિંદુ બમણું (૩૩૦૦ ડિગ્રી) હોવાથી ઔદ્યોગિક ઉપયોગોમાં તે પ્લૅટિનમનો હરીફ છે. વીજળીના ઉદ્યોગમાં તો તેણે પ્લૅટિનમને હઠાવીને તેની જગ્યા લેવા માંડી છે. વીજળીબત્તીના ગોળામાં વપરાતા તાર ટંગ્સ્ટનના હોય છે. પણ એ ઉદ્યોગમાં તો માત્ર બે જ ટકા ટંગ્સ્ટન વપરાય છે. તેનો સૌથી વિશેષ ઉપયોગ તો ગજવેલના ઉદ્યોગમાં થાય છે, અને દુનિયામાંથી નીકળતા ૩૬,૦૦૦ ટન ટંગ્સ્ટનના લગભગ ૯૫ ટકા તો એમાં જ ખપી જાય છે. ટંગ્સ્ટનવાળું પોલાદ લાલચોળ તપાવો તો પણ કઠણ જ રહે છે. એટલે ઝડપથી ચાલતા સંચા અને ઓજારો-હથિયારોની બનાવટમાં ટંગ્સ્ટન-પોલાદ પુષ્કળ વપરાય છે. છેલ્લા ત્રણ દસકામાં બીજી કોઇ ધાતુ ટંગ્સ્ટન જેટલી ઉપયોગી માલૂમ પડી નથી. વાયરલેસ વાલ્વોમાં, ક્ષ-કિરણોની ટ્યૂબોમાં કૅથૉડ તરીકે, વીજળીના સામાનમાં સંસર્ગ પોઇન્ટોમાં, સ્પાર્ક પ્લગોમાં તેમજ અતિ ઉષ્ણતામાં ટકી શકે એવા મૂપકોની બનાવટમાં પણ આ ધાતુ ખૂબ વપરાય છે.

ટંગ્સ્ટનની મિશ્ર ધાતુઓમાં લોહ ઉપરાંત ૧૮ ટકા ટંગ્સ્ટન, ૪ ટકા ક્રોમિયમ અને ૧ ટકા વેનેડિયમવાળી મિશ્ર ધાતુ સામાન્ય છે. સ્ટેઇનલેસ સ્ટીલ, મૉટરકારની સ્પ્રિંગો, દળવાનાં ઓજારો, ઘંટી, છરી ને અસ્ત્રાનાં પાનાં, કાનસો, કરવતો વગેરે સામાનની બનાવટમાં ઉપયોગી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિધવિધ પ્રકારના ગજવેલોમાં પણ ટંગ્સ્ટન વપરાય છે. બખ્તરને છેદી અંદર પ્રવેશતી શેલો(ગોળીઓ)ની બનાવટમાં, બખ્તરની પ્લેઇટોમાં અને તોપોની બનાવટમાં ટંગ્સ્ટન–મિશ્ર ગજવેલ ખૂબ ઉપયોગી નીવડ્યું છે.

ટંગ્સ્ટનના ઉપયોગની આવી મહત્ત્વની આ ખિલવણીમાં 'ટંગ્સ્ટન-કાર્બાઇડ'નો ઉલ્લેખ પણ કરવો જોઇએ. આ કાર્બાઇડ હીરાને બાદ કરતાં સૌથી વધુ સખત પદાર્થ છે. કાચ, પોર્સિલેઇન અને મૅન્ગેનીઝ-ગજવેલ (જેને સામાન્ય ઓજારો વડે ન કાપી શકાય) જેવા સખત પદાર્થો કાપવા માટે તેનો જ ઉપયોગ થાય છે. 'કાર્બોલૉય' નામના ઉપયોગી ઘર્ષક પદાર્થો(abrasives)ની બનાવટમાં આ કાર્બાઇડ વપરાય છે. આ ઉપરાંત ટંગ્સ્ટનનાં સંયોજનો રંગરોગાનમાં પણ વપરાય છે.

ટિટૅનિયમ ધાતુ દોઢસો વર્ષ થયાં જાણીતી છે, પણ બીજી ધાતુઓની સરખામણીમાં તે એટલી ઉપયોગી નીવડી નથી. કુદરત-માંથી પુષ્કળ મળી આવતી આ ધાતુનાં મુખ્ય ખનિજો રૂટાઇલ અને ઇલ્મેનાઈટ. તેમાં ઇલ્મેનાઈટ કાળો મેશ જેવો હોય છે. ત્રાવણ-કોરમાંથી તે પુષ્કળ મળી આવે છે અને દુનિયાને લગભગ ૬૮ ટકા ઇલ્મેનાઈટ એકલું ત્રાવણકોર પૂરો પાડે છે. ત્યાર બાદ નૉર્વેનો નંબર આવે. નવાઇની વાત એ છે કે એવા કાળા પદાર્થમાંથી સરસમાં સરસ સફેદ રંગ બને છે!

રૂટાઇલ ઑસ્ટ્રેલિયામાં પુષ્કળ નીકળે છે. તેનાથી ઊતરતી પેદાશ બ્રાઝિલ, અમેરિકા અને નૉર્વે વગેરે દેશોમાં થાય છે. રૂટાઇલ સફેદ પદાર્થ છે અને ચિનાઇ માટીને પાકો માનો ચડાવવા માટે ખૂબ વપરાય છે. બનાવટી દાંતને કુદરતી રંગ આપવા માટે પણ તેનો ઉપયોગ થાય છે. ટિટૅનિયમ એટલું હલકું છે કે ઍલ્યુમીનિયમ કરતાં તે માત્ર દોઢ ગણું વધારે ભારે છે, અને કાટ ન લાગે એવી ગજવેલ (સ્ટેઇનલેસ સ્ટીલ) જેટલી તેની મજબૂતાઈ છે. વળી તેની માફક તેના પર પણ કાટ ચડતો નથી. આથી તે એક બાજુ લોઢાના અને બીજી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બાજુ ઍલ્યુમિનિયમ જેવી હલકી ધાતુના, બંનેના ગુણો ધરાવે છે. પણ આ ધાતુને ખનિજમાંથી કાઢવાનું ખૂબ મુશ્કેલીભર્યું છે. એમાં સુધારણા કરી તેની કિંમત સસ્તી કરી શકાય તો જ તે 'સ્ટેઇનલેસ સ્ટીલ'ની હરીફાઇ કરી શકે. આજે તો ટિટૅનિયા(ટિટૅનિયમ ડાઇ-ઑક્સાઈડ)નો ઉપયોગ રંગરોગાનની બનાવટમાં મબલખ થાય છે. આ સિવાય તેના બીજા ઔદ્યોગિક ઉપયોગો હજી શોધાયા નથી.

ઝિર્કોનિયમ ટિટૅનિયમનો ભાઇ કહી શકાય. તેના પર તેજાબોની અસર થતી ન હોઇ ઉદ્યોગોમાં તેજાબ પ્રૂફ સરંજામની બનાવટમાં તે ખૂબ ઉપયોગી છે. ટેન્ટાલમ આજે એટલું બધું મળતું નથી, અને આજકાલ ઍટમિક શક્તિનાં કારખાનાંમાં બાંધકામની ધાતુ તરીકે તેની ઉપયોગિતા અંગે અનેક શક્યતાઓ છે.

ટેન્ટાલમ વાઢકાપમાં ખૂબ વપરાય છે, કેમકે તેના પર શરીરના પ્રવાહીઓ કશી જ અસર કરી શકતા નથી. આથી હાડકાંના પૂરક ભાગ તરીકે તે મૂકવામાં આવે છે. પ્લાસ્ટિક-સર્જરીમાં તેના તાર ટાંકા લેવા માટે ખાસ ઉપયોગમાં આવે છે. બનાવટી આંખની પછવાડે તેનો જ પડદો મૂકવામાં આવે છે. પણ આ ધાતુનું ઉત્પાદન ઘણું જૂજ છે. ગત વિશ્વયુદ્ધ દરમ્યાન પણ તેની વધારેમાં વધારે વાર્ષિક પેદાશ લગભગ ૫૦ ટન હતી. તે ભારે અને નિષ્ક્રિય છે. તેના પર કોઇ પણ તેજાબની અસર થતી નથી. બૅટરીથી ચાલતા રેડિયોસેટમાં રેક્ટીફાયર સેલોમાં તે વપરાય છે. નિર્વાતક રેડિયો ટ્યૂબોની બનાવટમાં તે ખાસ ઉપયોગી છે.

મૉલિબ્ડૅનમ ધાતુ બાંધકામમાં ઘણી ઉપયોગી છે. લોઢાની સાથે મેળવીને તેમાંથી 'મૉલી-ગજવેલ' તૈયાર કરવામાં આવે છે. લોહમાં માત્ર બે ટકા મૉલિબ્ડૅનમ ઉમેરવાથી ગજવેલના ગુણમાં અજબ પરિવર્તન થાય છે અને તેને પછી ગમે તેટલી ગરમ કરો તો પણ પોચી પડતી નથી. ખૂબ ઝડપથી ફરતાં યંત્રો જેવાં કે લેથનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઓગનરો, ઍન્જિનનાં પૈડાં વગેરેની બનાવટમાં આ ગજવેલ અતિ મહત્ત્વનું સ્થાન પ્રાપ્ત કરી ચૂકી છે. વીજળીના ગોળાની બનાવટમાં ટંગસ્ટનની સાથે પણ તેના પૂરક તરીકે વપરાય છે. તેનું ઉત્પાદન પણ ખૂબ વધતું ચાલ્યું હોવાથી તેમાંથી મોટી નળીઓ-ગોળાકાર સીલિન્ડરો બનાવાય છે. આ ઉપરાંત રેડિયોવાલ્વ જેવા ઇલેક્ટ્રોનિક સરંજામની બનાવટમાં પણ તે વપરાય છે. કાચ બનાવવાની વીજળિક ભઠ્ઠીમાં તેનો ઉપયોગ ઇલેક્ટ્રોડ તરીકે થાય છે, અને પિત્તળ જેવી ધાતુઓના ઢાળા પાડવાની જરૂરી ડાઇઓ પણ તેની જ બને છે. વિમાનના કેટલાક ભાગોની બનાવટમાં તથા પૅટ્રોલિયમ-ઉદ્યોગમાં તેના ઉપયોગનો વિકાસ થતો જાય છે. વળી તેનાં વિધવિધ સંયોજનો સંસર્ગ પદાર્થો (catalysts) તરીકે, ચામડાં રબર અને ઊનની વસ્તુઓને રંગવા માટે તથા ઍનામલ અને ફિનિશિંગના કામમાં ખૂબ વપરાય છે. રાસાયનિક પૃથક્કરણમાં પણ તેના ક્ષારોનો ઉપયોગ થાય છે.

મૉલિબ્ડૅનમનાં ઉપયોગી બે ખનિજો કુદરતમાંથી મળી આવે છે. એક મૉલિબ્ડૅનાઇટ ને બીજું વુલ્ફેનાઇટ (wulfenite). મૉલિબ્ડૅનાઇટ ગ્રેફાઇટને મળતું આવે છે, અને કેટલીક જગ્યાએ ગ્રેફાઇટની સાથે જ મળી આવે છે. મૉલિબ્ડૅનમનું વાર્ષિક ઉત્પાદન લગભગ ૧૦,૦૦૦ ટન ઉપરાંત છે, અને તેનો મોટો ભાગ (લગભગ ૯૦ ટકા) અમેરિકા જ પૂરો પાડે છે. બાકીનામાં નૉર્વે અને મેક્સિકો આવે છે.

વેનેડિયમ ધાતુ તરીકે ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા ધરાવતું નથી, પરંતુ તેના લગભગ ૯૫ ટકા ખાસ જાતની ગજવેલની બનાવટમાં ખપે છે. બાકીના પાંચ ટકામાંથી તેના જુદાજુદા ક્ષારો અને સંયોજનો બનાવાય છે. ગજવેલની બનાવટમાં તે સાફસૂફીનું કામ આપે છે અને ગજવેલમાં રહેલો ઑક્સિજન વાયુ કાઢી નાખે છે. ઉપરાંત ગજવેલને ખૂબ ચીકણી, સખત ગરમીમાં પણ ટકી શકે એવી અને વળી ન જાય એવી મજબૂત બનાવે છે. ઍન્જિનો, મૉટરના શાફ્ટ,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગીઅર, ઍક્સલ, સ્પ્રિંગો વગેરેની બનાવટમાં વૅનેડિયમ-ગજવેલ ખૂબ અગત્યની પુરવાર થઈ છે. વૅનેડિયમના ક્ષારો તેમજ સંયોજનો કાપડના રંગાટમાં, રંગરોગાનમાં અને દવાઓમાં પણ વપરાય છે. વૅનેડિયમ બ્રૉન્ઝ પીળો રંગ છે.

વૅનેડિયમનાં મહત્ત્વનાં ખનિજો ત્રણ ચાર છે: પૅટ્રોનાઇટ, રૉસ્કો-લાઇટ, કાર્નોટાઇટ અને વૅનેડીનાઇટ. આ ખનિજો પેરૂમાંથી કોલસા જેવી કાળી શિલાઓમાં મળી આવે છે, અને દુનિયાના ઉત્પાદનનો ૭૩ ટકા જેટલો હિસ્સો એ જ દેશ આપે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૦

સુરમો સોમલ અને બિસ્મથ

આંખની કીકીને શોભાવતા તેમજ ઠંડક આપતા અંજન તરીકે સુરમાનો ઉપયોગ ઘણા દેશોમાં અતિ પ્રાચીન કાળથી થતો આવે છે. ઇજિપ્તમાં ઈ. પૂર્વે ૩૪૦૦–એટલે આજથી લગભગ સાડા પાંચ હજાર વરસ પહેલાં પણ એ પ્રથા પ્રચલિત હતી. ઉપરાંત, સુરમાનો ઉપયોગ રંગ તરીકે પણ કરવામાં આવતો.

સુરમો એટલે સ્ટીબનાઇટ અથવા ઍન્ટીમોનાઈટ ખનિજનો બારીક ભૂકો. પણ સામાન્ય રીતે તે ઍન્ટીમનીને નામે ઓળખાય છે. લુચ્ચા દુકાનદારો ખરા સુરમાને બદલે ભળતી જ ચીજો આપે છે, જેમાં સામાન્યતઃ જસીના (સીસાનો એક પદાર્થ–લેડ સલ્ફાઈડ) હોય છે. સ્ટીબનાઇટ એ ઍન્ટીમની ને ગંધકનું સંયોજન–ઍન્ટીમની સલ્ફાઇડ છે. તેને ભૂંજવાથી તેમાંથી ઍન્ટીમની ઑક્સાઈડ પેદા થાય છે, જેને કોલસા સાથે ગરમ કરવાથી ઍન્ટીમની ધાતુ છૂટી પડે છે. આ ઍન્ટી-મની (સુરમાધાતુ) વિષે પ્રાચીન કીમિયાગરોને પણ જ્ઞાન હતું. મહાન જર્મન કીમિયાગર-વૈદ્ય પારાસેલ્સસ સુરમામાંથી બનાવેલી દવાઓ પુષ્કળ વાપરતો. આયુર્વેદમાં પણ સુરમાની ઘણી બનાવટો વપરાતી આવી હોવાના ઉલ્લેખ છે.

સુરમાના સ્ટીબનાઇટ ખનિજના ઉત્પાદનનો મોટો ભાગ ચીનમાં થાય છે. પરંતુ ચીન-જાપાનના યુદ્ધ પછી તે ખૂબ ઘટી જઇને તેને બદલે હવે મેક્સિકો, બોલીવિયા, ફ્રાંસ વગેરે દેશો પોતાનો માલ વધારતા ગયા છે. જગતમાં સુરમાધાતુની વાર્ષિક વપરાશ લગભગ ૩૪ હજાર ટન ઉપરાંત થાય છે.

આધુનિક યુગમાં સુરમાનો ઉપયોગ માત્ર અંજન કે દવા પૂરતો ન રહેતાં ઉદ્યોગોમાં ખૂબ વધી ગયો છે; અને બીજી ધાતુઓની સાથે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મિશ્ર ધાતુઓ (alloys) બનાવવામાં તેની લગભગ પોણા ભાગની વાર્ષિક પેદાશ વપરાઈ જાય છે. લગભગ ૨૫-૨૬ હજાર ટન ઍન્ટીમની તો સીસાને સખત બનાવવા માટે તેની જુદીજુદી મિશ્ર ધાતુઓ બનાવવામાં વપરાય છે. ૪-૧૨ ટકા પર્યંત ઍન્ટીમની(સુરમાધાતુ)વાળું 'સખત સીસું' સ્ટોરેજ બૅટરીની બનાવટમાં ખૂબ વપરાય છે. આ ઉપરાંત તેનો ઉપયોગ રાસાયનિક ઉદ્યોગમાં સીસાનાં પતરાં, નળીઓ, તારટેલિફોનનાં દોરડાનાં તેમજ વીજળીના ફ્યુઝનાં આવરણ (ઢાંકણ) વગેરે તરીકે થાય છે. દબાવીને વાળી શકાય એવી નરમ ટયૂબો, પતરાં તથા બીજા સીસાના સામાનની બનાવટમાં પણ થોડીક સુરમાધાતુ તો ઉમેરવામાં આવે જ છે.

યુદ્ધકાળમાં તો આ ધાતુ ઘણી મહત્ત્વની છે. છરાવાળા બૉમ્બ અને સીસાની ગોળીઓના બહારના ભાગને સખત બનાવવા માટે તેની ખૂબ જરૂર રહે છે. છરાવાળા બૉમ્બના શેલોની બનાવટમાં ઍન્ટીમની સલ્ફાઈડ નાખવામાં આવે છે, જેથી તે શેલ ફૂટતાં ગાઢ સફેદ ધુમાડો પેદા થાય છે. ગયા વિશ્વયુદ્ધ વખતે આપણા દેશમાં સુરમાનાં ખનિજ શોધવાના ખૂબ પ્રયત્નો કરવામાં આવ્યા હતા અને બલુચિસ્તાન તરફના પ્રદેશમાંથી એ મળી આવ્યા હતા. આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઍન્ટીમની મિશ્ર ધાતુઓ ખૂબ ઉપયોગી થાય છે. બાબીટ મૅટલ તરીકે ઓળખાતી ઘર્ષણવિરોધી મિશ્ર ધાતુમાં ૮૩ ટકા કલાઈ, ૧૧ ટકા સુરમાધાતુ અને ૬ ટકા તાંબું હોય છે. આપણી આજની સંસ્કૃતિના મૂળ પાયા રૂપ જે છાપખાનાં, તેનાં છાપવાનાં બીબાંની બનાવટમાં મુખ્યત્વે ૬૦ ટકા સીસા ઉપરાંત ઍન્ટીમની વપરાય છે. ઉપરાંત તેમાં થોડી કલાઈ અને તાંબું પણ ઉમેરાય છે. ઍન્ટીમની સીસાને સખત તો બનાવે જ છે; પણ બીબાંની ધાતુમાં સુરમાધાતુ ઉમેરવાનું મુખ્ય કારણ તો એ ધાતુનો એક વિશિષ્ટ ગુણ છે. બીજી ધાતુઓનો ગરમ રસ ઠર્યા પછી સંકોચાય છે, જ્યારે ઍન્ટીમની ઠંડી પડતાં જરા વિસ્તાર પામે છે. આથી,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઍન્ટીમનીવાળી ધાતુનો ઢાળો બીબાંના મોલ્ડમાં વિકસીને સજ્જડ રીતે પડી શકે છે, ને તેથી અક્ષર જાડો ન પડી જતાં સ્પષ્ટ, પાતળો ને સુરેખ ઊઠે છે.

બ્રિટાનિયા મૅટલ નામની એક મિશ્ર ધાતુ સીસું, સુરમાધાતુ અને તાંબાના મિશ્રણમાંથી બનાવાય છે. તેમાંથી ચમચા, રકાબીનાં ઢાંકણાં અને બીજા એવા ઘરગથ્થુ સામાન બને છે.

ઍન્ટીમનીનાં રાસાયનિક સંયોજનો પણ ખૂબ ઉપયોગી છે. 'ઍન્ટીમની ઑક્સાઈડ' રંગરોગાનમાં ને કાચને રંગીન બનાવવામાં વપરાય છે. 'ઍન્ટીમની સલ્ફાઈડ' રબરને વલ્કેનાઇઝ કરવા માટે પહેલાં બહુ વપરાતો: હવે એ અગાઉ જેટલો વપરાતો નથી; પણ દીવાસળીના ઉદ્યોગમાં એ સલ્ફાઇડ પુષ્કળ વપરાય છે. કુદરતમાંથી મળી આવેલો સલ્ફાઇડ તો ભૂરા રંગનો હોય છે, પણ પ્રયોગશાળામાં બનાવેલો તેનો બીજો પ્રકાર રાતા રંગનો થાય છે અને તે રાતા રંગ તરીકે વપરાય છે. ઍન્ટીમનીનાં કાર્બનિક સંયોજનો દવા તરીકે વપરાય છે. કાળા જ્વર(બ્લૅક ફિવર)માં રામબાણ તરીકે પુરવાર થએલી દવા સ્ટીબામીન યુરિયા સુરમાધાતુની જ બનાવટ છે.

હવે આપણે આ વિભાગની બાકીની ધાતુઓ લઈએ. તેમાં ખાસ આર્સેનિક અને બિસ્મથ આવે છે. આર્સેનિક એટલે સોમલ. ઝેર તરીકે તો તે ઘણો જાણીતો છે. સોમલમાં જંતુવિનાશક ગુણો હોવાથી એની પેદાશનો મોટો ભાગ એમાં વપરાય છે. ખેતીને નુકસાનકારક જીવાતનો નાશ કરવા માટે સોમલયુક્ત પદાર્થોનો ઉપયોગ તો આજે સર્વસામાન્ય છે. કપાસનાં જીંડવાં ઉપરની ઇયળોના નાશ માટે લેડ આર્સેનેઈટ (સીસા ને સોમલનો ઑક્સિજનયુક્ત સંયોજિત પદાર્થ) અને બટાટાના છોડના બચાવ માટે તાંબાનો આર્સેનેઈટ વપરાય છે. ઉપરાંત આર્સેનિકનાં સંયોજનો કાચના ઉદ્યોગમાં પણ વપરાય છે. એ ઉપરાંત છીંટ છાપવાના રસાયણમાં અને ઔષધોની બનાવટમાં પણ આર્સેનિકના પદાર્થો વપરાય છે. મશહૂર '૬૦૬'નાં ઇન્જેકશન એ સોમલની જ ઔષધીય બનાવટ છે. થોડાં વર્ષો થયાં કેટલીક મિશ્ર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ધાતુઓ અને રેણની બનાવટમાં પણ સોમલ વપરાવા લાગ્યું છે. આર્સેનિક ઑક્સાઇડ 'સફેદ સોમલ' તરીકે ઓળખાય છે.

બિસ્મથ પણ જૂની ધાતુ છે. કલાઈ અને સીસાના જેવા જ તેના ગુણો હોવાને લીધે એ ધાતુઓમાં તેનો ખૂબ ગૂંચવાડો ઊભો થતો. પણ તેનો રંગ આછો રાતો હોય છે. તેનાં સંયોજનો અતિસાર અને કૉલેરાનાં ઔષધો તરીકે વપરાતાં આવ્યાં છે. પરંતુ બિસ્મથની ખાસ વિશેષતા તો એ છે કે તેની મિશ્ર ધાતુઓ ગરમ પાણીમાં પ્રવાહી થઇ જાય છે; આથી તેની એવી મિશ્ર ધાતુઓ સેફ્ટી વાલ્વ યા પ્લગમાં ઉપયોગી થાય છે. તે પૈકી નીચેની ખાસ ઉલ્લેખનીય છે: વૂડની મિશ્ર ધાતુ (જેમાં ૪ ભાગ બિસ્મથ, ૨ ભાગ સીસું. ૧ ભાગ કલાઈ અને ૧ ભાગ કેડમિયમ હોય છે તે) ૭૧ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેડે પ્રવાહી થઇ જાય છે. રોઝની મિશ્ર ધાતુ (જેમાં ૨ ભાગ બિસ્મથ, ૧ ભાગ સીસું અને ૧ ભાગ કલાઇ હોય છે તે) ૯૪ ડિગ્રીએ પ્રવાહી થઈ જાય છે. લીપોવિટ્સની મિશ્ર ધાતુ ૬૦.૬૫ ડિગ્રીએ પ્રવાહી થઇ જાય છે. તેમાં ૧૫ ભાગ બિસ્મથ હોય છે. આથી, આગ ઓલવવાનાં ઑટૉમૅટિક સ્પ્રિન્કલરની બનાવટમાં તેમજ બૉઇલરોમાં આ મિશ્ર ધાતુઓ ખૂબ ઉપયોગી નીવડી છે. વળી બિસ્મથનો તાર વીજળીનાં સાધનોમાં પણ ખૂબ ઉપયોગી થાય છે. બિસ્મથ ને પારાનું સંયોજન દાંતના ડૉક્ટરો ચોકઠાં બનાવવામાં વાપરે છે.

બિસ્મથનાં ખનિજો બહુ મળી આવતાં નથી, તેથી મોટે ભાગે તે બીજી ધાતુઓનાં ખનિજોમાંથી ગૌણ પેદાશ તરીકે કાઢવામાં આવે છે. પેરૂની તાંબા અને સીસાની ખાણોમાંથી એ ધાતુઓ કાઢી લીધા પછી બિસ્મથ નીકળે છે. પહેલાં ઑસ્ટ્રેલિયા ટંગસ્ટન અને મોલિબ્ડેનમની ખાણોમાંથી બિસ્મથ કાઢતું, પણ હવે એ ઉત્પાદન ઘ થઇ ગયું છે. હવે મેક્સિકો અને કૅનેડા આ ધાતુ સારા પ્રમાણમાં કાઢે છે. તો યે દુનિયાનું કુલ બિસ્મથ-ઉત્પાદન લગભગ ૧૫૦૦ ટન થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૧

યુરેનિયમ અને રેડિયમ

ઍટમ બૉમ્બની બનાવટમાં વપરાતા યુરેનિયમને આ યુગમાં નામથી તો હવે બધા જાણતા થઈ ગયા છે. પૃથ્વી ઉપરનાં ૯૨ મૂળતત્ત્વોમાં તેનું સ્થાન છે; એટલું જ નહિ, પણ કુટુંબમાં જેમ વયના ચડતા ક્રમે બાળકોને ગણીએ, તેમ અણુવજનના ચડતા ક્રમે ૯૨ મૂળતત્ત્વોમાં તેનું અણુવજન સૌથી વિશેષ છે.

રાસાયનિક દૃષ્ટિએ તે ટંગસ્ટન સાથે ખૂબ મળતું આવે છે. યુરેનિયમના ક્ષારો અને સંયોજનો મુખ્યત્વે કાચની બનાવટમાં વપરાય છે; અને તેથી કાચ પીળાશપડતા લીલા પ્રકાશ વડે પ્રતિપ્રકાશક (fluorescent) ગુણ પ્રાપ્ત કરે છે. ચીની માટીનાં વાસણોને રંગીન રોગાન ચડાવવા માટે યુરેનિયમની ભસ્મ વપરાય છે, અને તેના ક્ષારો ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. ગજવેલની બનાવટમાં થોડું યુરેનિયમ ઉમેરવાથી બનતું ફેરો-યુરેનિયમ વિશિષ્ટ ઉપયોગી થવા લાગ્યું છે.

ચાલુ સદીના પ્રારંભમાં યુરેનિયમના અભ્યાસે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં નવું પ્રકરણ ઉઘાડ્યું. ૧૮૯૬માં બેક્વેરેલે શોધી કાઢ્યું કે યુરેનિયમના ક્ષારો અમુક પ્રકારનાં કિરણો છોડવાનો અજબ ગુણ ધરાવે છે. ફોટોગ્રાફિક પ્લેઇટને કાળા કાગળ વડે સુરક્ષિત ઢાંકીને તેના ક્ષાર પાસે મૂકવાથી તેના પર ચિત્ર પડ્યું હોય એવી અસર થાય છે. વળી એ ક્ષાર પાસે ઇલેક્ટ્રોસ્કોપને મૂક્યો હોય તો તેમાં રહેલો વીજળિક ચાર્જ નીકળી જાય છે. થોરિયમ, રેડિયમ, પોલોનિયમ વગેરેના ક્ષારો પણ આવા ગુણ ધરાવે છે. આવા પદાર્થો રેડિયો-ઍક્ટિવ (radio-active) કહેવાય છે. તેમના અણુઓમાંથી પણ ખાસ કિરણો છૂટે છે. બેક્વેરેલની આ શોધ પછી મૅડમ ક્યૂરીએ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આગળ શોધી કાઢ્યું કે યુરેનિયમનું ખનિજ (પીચબ્લેન્ડ) તો વળી શુદ્ધ કરેલા યુરેનિયમના ક્ષાર કરતાં પણ વિશેષ રેડિયો-ઍક્ટિવ ગુણ ધરાવે છે. એટલે તેણે અનુમાન કર્યું કે યુરેનિયમના કરતાં પણ વિશેષ પ્રબળ કોઈ બીજું અજાણ્યું રેડિયો-ઍક્ટિવ તત્ત્વ તેમાં હોવું જોઈએ; અને ત્રણ ચાર વર્ષના સતત સંશોધન પછી તેમાંથી એ તત્ત્વ તેણે જુદું પાડ્યું: તે રેડિયમ.

આ મૂળતત્ત્વોના વિશેષ અભ્યાસ પરથી એમ નક્કી થયું કે આ મૂળતત્ત્વોના અણુઓ આપોઆપ જ તૂટતા જાય છે: એ ક્રિયા ચલાવવા માટે કોઈ બાહ્ય શક્તિની જરૂર પડતી નથી, એટલું જ નહિ પણ તેનું આમ વિઘટન થવાને લીધે (અણુઓ તૂટવાને લીધે) તેમાંથી શક્તિ પણ છૂટે છે. આ વિશેષતા માત્ર રેડિયો-ઍક્ટિવ તત્ત્વોના જ અણુઓની છે; બીજાં સામાન્ય તત્ત્વોના અણુઓ આ રીતે તૂટતા નથી. આથી અણુ તૂટવાના આ કાર્ય ઉપર, છેલ્લાં ત્રીસ-ચાળીસ વર્ષના ગાળામાં ખૂબ સંશોધન થયું. પરંતુ ગયા મહાયુદ્ધમાં તેને અસાધારણ વેગ મળ્યો અને યુરેનિયમ-અણુ તૂટવાથી નીકળતી શક્તિનો ઉપયોગ કરીને તેમાંથી અણુબૉમ્બ રચવામાં આવ્યો. આમ આજે તો અણુશક્તિનો ઉપયોગ સંહાર અર્થે જ થઈ રહ્યો છે; પણ શાંતિના કાળમાં તેનો ઉપયોગ જનહિતાર્થે સર્જનાત્મક કાર્યોમાં કેમ થાય એ વિષે સંશોધન ચાલુ છે.

રેડિયમ મેળવવાનું સાધન પણ યુરેનિયમનાં ખનિજ (પીચબ્લેન્ડ) જ છે. તેમાંથી ત્રીસ લાખ ભાગ યુરેનિયમના પ્રમાણમાં માત્ર એક જ ભાગ રેડિયમ કાઢી શકાય છે. મૅડમ ક્યૂરીએ ચૅકોસ્લોવાકિયાની ખાણોનાં પીચબ્લેન્ડ-ખનિજ વાપરીને રેડિયમની શોધ કરી હતી. પહેલાં તો આફ્રિકાના બેલ્જિયમ કૉંગોની ખાણો દુનિયાને યુરેનિયમ પૂરું પાડતી, પરંતુ ૧૯૩૦માં કૅનેડામાં ગ્રેટ બેર લેકની પ્રસિદ્ધ ખાણો શોધાયા પછી પરિસ્થિતિ બદલાઈ ગઈ છે.

વિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં રેડિયમ ખૂબ અગત્યનું પુરવાર થયું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવે દ્રવ્ય-રચનાને લગતા નવા સિદ્ધાંતો એથી અસ્તિત્વમાં આવ્યા છે. અણુ અવિભાજ્ય અને અવિનાશી છે એ જૂની માન્યતા હવે નષ્ટ થઈ છે, અને અણુ-રચનામાં ઇલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન, પોઝીટ્રોન એવા મૂળભૂત કણો ભાગ લે છે એ હવે સમજાયું છે, એટલું જ નહિ પણ આ કણોની સંખ્યામાં ફેરફાર કરીને નવાં મૂળતત્ત્વોના અણુઓ પેદા કરી શકાય છે એમ સાબિત થયું છે. આમ, જૂના જમાનાના કીમિયાગરોનાં સ્વપ્નાં—પારામાંથી સોનું બનાવવાનાં-સિદ્ધ થયાં છે.

રેડિયમનો ઉપયોગ વૈદકીય સારવારમાં કૅન્સર અને બીજાં ચામડીનાં દર્દો મટાડવા માટે ખૂબ થાય છે એ તો જાણીતું છે. એમાંથી ક્ષ-કિરણો જેવા જ ગુણો ધરાવતાં ગામા કિરણો છૂટે છે તેમાં એ ગુણ રહેલો છે. રેડિયમનો ૮૫ ટકા જેટલો ભાગ વૈદકમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે અને ૧૦ ટકા ચકચકિત રંગોની બનાવટમાં જાય છે.

પણ શુદ્ધ રેડિયમ કાઢવું અતિ દુર્લભ છે. આખી દુનિયામાં આજે માત્ર સવાબશેર રેડિયમનો જથ્થો હશે! ચકચકિત રંગોમાં તો અતિ અલ્પ રેડિયમ આવે છે: બાકી મોટે ભાગે તો ઝિંક સલ્ફાઈડ જ હોય છે. ઘડિયાળના ચંદા, વહાણોનાં હોકાયંત્રો, કંપાસ, વીજળીની સ્વિચો, રેડિયો અને બીજાં એવાં અંધારામાં ચળકતાં સાધનોની બનાવટમાં આ રંગો વપરાય છે. શુદ્ધ રેડિયમનો ચળકાટ વાદળી રંગનો હોય છે. અને તેમાં વસ્તુઓ પ્રકાશિત દેખાય છે.

રેડિયમની શોધ દરમિયાન મૅડમ ક્યૂરીને પીચબ્લેન્ડમાંથી એક બીજું પણ નવું તત્ત્વ મળી આવ્યું હતું ને તે પણ રેડિયો-ઍક્ટિવ ગુણ ધરાવતું હતું. શ્રીમતી ક્યૂરીએ પોતાની માતૃભૂમિ પોલાંડના માનમાં તેનું નામ પોલોનિયમ પાડ્યું હતું. રેડિયમ કાઢી લીધા પછી જે ભાગ પાછળ રહે છે તેમાંથી ૧૮૯૯માં ઍક્ટીનિયમ કાઢવામાં આવ્યું હતું. ઍક્ટીનિયમ પણ રેડિયમ અને યુરેનિયમની માફક સ્વયં રૂપાંતર પામે છે અને છેવટે તેમાંથી સીસું પેદા થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

યુરેનિયમ અને રેડિયમ પણ છેવટે સીસામાં જ પરિવર્તન પામે છે. આ રૂપાંતર પૃથ્વીની વય નક્કી કરવા માટે ઉપયોગી થાય છે. આ રૂપાંતર થતાં કેટલાં વર્ષો લાગ્યાં હશે એ ઉપરથી પૃથ્વીની વયની ગણતરી ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ કરે છે, અને બીજાં અનુમાનો પરથી કરેલી ગણતરી સાથે તે મળતી આવે છે.

રસાયનના ઇતિહાસમાં રેડિયો-ઍક્ટિવ તત્ત્વોની શોધ એક મોટા સીમાચિહ્ન રૂપ છે. એનાથી આપણા જ્ઞાનમાં પુષ્કળ વૃદ્ધિ થઇ છે અને નવાં ક્ષેત્રો વિકસ્યાં છે. એથી રસાયનના અભ્યાસને એક નવો જ ઝોક મળ્યો છે: કેટલી યે જૂનીપુરાણી માન્યતાઓ ઊડી ગઇ છે અને પ્રયોગસિદ્ધ પુરાવાઓ પ્રાપ્ત થયા છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૨
મૉનાઝાઈટ રેતી

ખિસ્સામાં રાખવાના નાની ડબ્બી જેવા સિગાર-લાઇટરથી તો આજે કોણ અજાણ્યું હશે? ચપ દઈને દાબવાથી. અંદર રાખેલા એક ઝટ સળગી ઊઠે એવા પદાર્થને દિવેટ પર જરા તણખો ઝરે ને સળગે. જૂના કાળમાં આ કામ માટે ચકમક વપરાતો. આથી સિગાર-લાઈટરમાં તણખો ઉત્પન્ન કરનાર એ પદાર્થને ચકમક તરીકે ગણવામાં આવે છે; પરંતુ વસ્તુતઃ એ એક મિશ્ર ધાતુ છે. તેમાં લોઢા ઉપરાંત સીરિયમ નામની ધાતુનું મેળવણ હોય છે.

એ સીરિયમ મેળવવાનું મુખ્ય સાધન કુદરતમાંથી નીકળતી મૉનાઝાઈટ નામની રેતી છે. બધે મળી આવતી સામાન્ય રેતી કરતાં તદ્દન વિશિષ્ટ પ્રકારની આ રેતી તો દુનિયામાં માત્ર બેત્રણ જગ્યાએ જ નીકળે છે અને એ બાબતમાં આપણો દેશ ઘણો નસીબદાર છે. ત્રાવણકોરના દરિયાકાંઠે તેનાં મોટાં ભગાણો આવેલાં છે, અને દુનિયાને તેની જરૂરિયાતનો ૮૮ ટકા જેટલો જથ્થો માત્ર આપણું ત્રાવણકોર જ પૂરો પાડે છે. બાકીનામાં બ્રાઝિલ અને ઈસ્ટ ઇન્ડીઝ ટાપુઓનો હિસ્સો છે. આ રેતી માત્ર રડ્યાંખડ્યાં સ્થળોએથી નીકળતી હોવાથી તેનું નામ 'મૉનાઝાઈટ' પાડવામાં આવેલું છે. એ ગ્રીક ભાષાનો શબ્દ છે અને તેનો અર્થ 'એકાકી રહેવું' એવો થાય છે.

આ રેતીનો વિશિષ્ટ ગુણ એ છે કે તે લોઢાની માફક લોહ-ચુંબકીય છે, એટલે લોહચુંબક વડે તેને બીજા પદાર્થોમાંથી છૂટી પાડી શકાય છે. આ રેતી કેટલી યે વિરલ ધાતુઓના ફૉસ્ફેટોનું મિશ્રણ છે. સીરિયમ ઉપરાંત તેમાંથી થોરિયમ પણ નીકળે છે. વળી લેન્થાનમ, નીઓડિયમ, પ્રેસિયોડિયમ અને બીજી ઉપયોગી વિરલ ધાતુઓ મેળવવાનું મુખ્ય સાધન પણ એ મૉનાઝાઈટ રેતી જ છે. મેસો-થોરિયમ નામનું રેડિયો-ઍક્ટિવ તત્ત્વ પણ તેમાંથી નીકળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પેટ્રોમૅક્સની બત્તીઓમાં વપરાતા 'મૅન્ટલ'ની બનાવટમાં ઉપયોગી થોરિયમ નાઇટ્રેટ મેળવવા માટે મૉનાઝાઇટ રેતી ખૂબ ઉપયોગી છે. વીજળીના ગોળાઓમાં વપરાતો ટંગ્સ્ટન ધાતુનો તાર પણ એ થોરિયમની સાથે જ મેળવીને વપરાય છે.

સીરિયમ અને તેના ક્ષારો વ્યવહારુ ઉપયોગમાં ખુબ કામ આવે છે. સિગાર-લાઇટરમાં થતા તેના ઉપયોગ ઉપરાંત વીજળીના આર્ક લૅમ્પો અને સર્ચલાઇટમાં વપરાતા ઇલેક્ટ્રોડો તેમાંથી બનાવાય છે. દવા-ઔષધોમાં, ચીની માટીનાં વાસણોની બનાવટમાં, ચામડું કેળવવામાં, રંગાટમાં, અને વિજ્ઞાનના પ્રયોગોમાં વપરાતા ખાસ પ્રકારના ઑપ્ટિકલ કાચની બનાવટમાં સીરિયમના ક્ષારો ઓછેવત્તે અંશે વપરાય છે. મૉનાઝાઇટમાંથી હેલિયમ વાયુ પણ નીકળે છે. (એક ગ્રામ રેતીમાંથી એક ઘન સેન્ટીમીટર વાયુ મળે છે.) એની આ ઉપયોગિતાને લીધે તો મૉનાઝાઇટનું મહત્ત્વ સવિશેષ વધી ગયું છે.

થોરિયમના ક્ષારોને મૅગ્નેશિયમ ધાતુના ભૂકા સાથે મેળવી તેનો ઉપયોગ ફોટોગ્રાફીના ફ્લૅશલાઇટ અંગે કરાય છે. થોરિયમ અને સીરિયમ ઑક્સાઇડોને મેળવીને તૈયાર કરેલા નાના નાના ગોળા મૉટરગાડીઓની હેડલાઇટો અને સર્ચલાઇટો માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. થોરિયમ અને ટંગ્સ્ટનની મિશ્ર ધાતુ વીજળિક બત્તીઓની બનાવટમાં વપરાય છે.

ગૅસ મૅન્ટલનો ઉદ્યોગ

બજારમાં મળતા પેટ્રોમૅક્સ તથા બીજી ગૅસની બત્તીઓના મૅન્ટલમાં ૯૯ ટકા થોરિયમ ને ૧ ટકો સીરિયમના ઑક્સાઇડો હોય છે, અને તેમને મજબૂત રાખવા માટે ઉપર કોલોડિયન ચોપડેલું હોય છે. શરૂઆતમાં તો આ મૅન્ટલની બનાવટમાં રૂના તાંતણા વપરાતા; પરંતુ હવે તેમાં બનાવટી રેશમ અને રેમીના તંતુઓ ઉમેરવામાં આવે છે. આ રીતે બનાવેલા, મૅન્ટલના આકારના, ગૂંથેલા જાળીવાળા કાપડને થોરિયમ નાઇટ્રેટ, સીરિયમ નાઇટ્રેટ, મૅગ્નેશિયમ નાઇટ્રેટ અને બેરીલિયમ નાઇટ્રેટના (૧૦૦૦ ભાગ+૧૦ ભાગ+૧.૫ ભાગ+૫ ભાગ),

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૨૦,૦૦૦ ભાગ પાણીના દ્રાવણમાં પાંચ કલાક સુધી બોળી રાખવામાં આવે છે. પછી તેમાંથી વધારાનું દ્રાવણ કાઢી નાખવા તેમને રોલરમાં દબાવવામાં આવે છે, અને ૩૦ ડિગ્રી સેન્ટીગ્રેઇડની ગરમીએ સૂકવવામાં આવે છે. આ રીતે સુકાએલા કાપડને ઍસ્બેસ્ટૉસનાં તાંતણા સાથે જડી લેવામાં આવે છે, અને તેનો ઉપરનો તથા નીચલો ભાગ મજબૂત કરવા માટે તેના ઉપર કૅલ્શ્યમ, અને મૅગ્નેશિયમના ક્ષારો મિશ્રિત થોરિયમના ક્ષારવાળું દ્રાવણ લગાડવામાં આવે છે. પછી તેને લાકડાના ચોકઠા ઉપર બેસાડી, તેને યોગ્ય આકાર આપી, ઉપરથી શરૂઆત કરી પછી નીચે એમ સખત ઉષ્ણતાએ તપાવવામાં આવે છે. આ ક્રિયાથી નાઇટ્રેટોનું તેમના ઑક્સાઇડોમાં રૂપાંતર થાય છે. આ રીતે તૈયાર થએલો મૅન્ટલ એટલો બટકણો હોય છે કે તેને બજારમાં મોકલતાં પહેલાં મજબૂત કરવાની ક્રિયા કરવી પડે છે. આ માટે ૪ ટકા કોલોડિયન (૧૦૦ ગ્રામ), ઈથર (૪૦ ગ્રામ), કપૂર (૬·૫ ગ્રામ) અને એરંડિયું (૩·૫ ગ્રામ)–એના દ્રાવણમાં બોળીને પછી ૫૦–૬૦ ડિગ્રીએ સૂકવવામાં આવે છે.

મૅન્ટલ પર છાપ મારવા માટે નીચે પ્રમાણે બનાવેલી પેઇસ્ટ વપરાય છે: ડીડીનિયમ નાઈટ્રેટ (૧ કીલોગ્રામ), ગ્લિસરીન (૨૦૦ ગ્રામ), મેથીલીન બ્લ્યુ (૨૫ ગ્રામ) અને દારૂ તથા પાણી (પ્રત્યેકના ૩૦૦ ગ્રામ). આ છાપ મારવાનું કામ સખત ગરમી આપતાં પહેલાં કરી લેવામાં આવે છે. આપણા દેશમાં આ ઉદ્યોગને સારો અવકાશ છે, કેમકે તેને માટેની મૉનાઝાઈટ રેતી–કાચો માલ સુપ્રાપ્ય છે; માત્ર વૈજ્ઞાનિક આવડતની જરૂર છે.

તેમાં રહેલાં રેડિયો-ઍક્ટિવ તત્ત્વોને કારણે અણુશક્તિ માટે પણ મૉનાઝાઈટ રેતીનો ઉપયોગ થઈ શકે કે નહિ એ અંગે હજી પણ સંશોધન ચાલે છે, ને તેથી વળી મૉનાઝાઈટનું મહત્ત્વ વધવા પામ્યું છે. એટલું તો નક્કી કે યુદ્ધમાં તેમજ શાંતિકાળમાં આ રેતી વૈજ્ઞાનિક જગતમાં વિશિષ્ટ સ્થાન પ્રાપ્ત કરી ચૂકી છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૩
ચૂનો ચિરોડી અને સિમેન્ટ

ચૂનો એટલે કૅલ્સ્યમ ધાતુની ભસ્મ. તે સામાન્ય રીતે ચૂના-પથ્થરમાંથી બનાવાય છે. ચૂના-પથ્થર એટલે કૅલ્સ્યમ કાર્બોનેટ કુદરતમાંથી અનેક રૂપે મળી આવે છે. તેના મુખ્ય બે પ્રકાર છે: સ્ફટિકમય અને અસ્ફટિકમય. આરસપહાણ એ ચૂના-પથ્થરનું સ્ફટિકમય રૂપાંતર છે. પરવાળાં, હાડકાં અને ઇંડાંનાં ઉપરના પડોમાં પણ આ કૅલ્સ્યમ કાર્બોનેટ હોય છે. ચૂના-પથ્થરમાં રેતીનું પ્રમાણ જેટલું ઓછું એટલે અંશે સારી જાતનો ચૂનો બનાવી શકાય છે. તેને ભઠ્ઠીમાં સખત ગરમ કરવાથી તેમાંથી ચૂનો પેદા થાય છે અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ છૂટો પડી જાય છે. આ રીતે બનાવેલા ચૂનાને પાણી સાથે ફોડવાથી અતિશય ગરમી છૂટે છે.

ચૂનાનો મુખ્ય ઉપયોગ તો બાંધકામમાં છે. પરંતુ સમગ્રતયા જોતાં રાસાયનિક ઉદ્યોગોમાં જે મહત્તા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ભોગવે છે તેવું જ સ્થાન ચૂનાનું છે. સસ્તા આલ્કલી તરીકે તે પુષ્કળ વપરાય છે. ખેતીવાડીમાં જંતુવિનાશક પદાર્થોમાં, સખત ગરમીમાં ટકી શકે એવી ઇંટોની બનાવટમાં, ધાતુઓના શોધનમાં, કાગળની બનાવટમાં, —એમ સંખ્યાબંધ ઉપયોગમાં ચૂનો સામાન્ય થઈ પડયો છે.

ચૂના-પથ્થર કે એવા બીજા કૅલ્સ્યમવાળા પદાર્થોને જો માટી સાથે મેળવીને ભઠ્ઠીમાં ગરમ કરવામાં આવે, તો કૅલ્સ્યમયુક્ત પદાર્થોમાંથી પેદા થતો ચૂનો માટીમાં રહેલા ઍલ્યુમીનિયમ અને રેતીનાં સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, અને એને પરિણામે ચૂનાના વિશેષ પ્રમાણવાળા ઍલ્યુમિનેઇટો અને સિલિકેટો તેમાંથી બને છે. એને ક્લિંકર clinker (સિમેન્ટ-કાંકરી) કહેવામાં આવે છે. તેને બારીક પીસીને બનાવેલો ભૂકો સિમેન્ટ કહેવાય છે. એની ખરી કસોટી એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કે એ આંગળી વચ્ચે એ ભૂકો ઘસવાથી તેમાં જરા યે દાણા જેવું લાગવું જોઇએ નહિ. નહિતર એ સિમેન્ટ ખામીવાળો ગણાય.

સિમેન્ટ લીલાશપડતો ભૂરો બારીક ભૂકો છે. તેનો મુખ્ય ગુણ-ધર્મ એ છે કે પાણી મેળવવાથી થોડા સમયમાં જ તે કઠણ બની જાય છે; અને એ કઠણ જથ્થો વખત જતાં વધુ ને વધુ સખત બનતો જાય છે. સિમેન્ટને રેતી, ચૂના અને પથ્થર સાથે મેળવીને બનાવેલું મિશ્રણ કૉંક્રીટ (concrete) તરીકે ઓળખાય છે. એ કૉંક્રીટ પણ વખત જતાં સિમેન્ટની માફક જ સખત બની જાય છે. વધુ મજબૂત, ટકાઉ અને મોટા વિસ્તારના બાંધકામમાં આ કૉંક્રીટ સાથે લોઢાના સળિયા ગૂંથીને બાંધકામ કરાય છે. તેને 'રી-ઇન્ફોર્સ્ડ કૉંક્રીટ' કહે છે.

છેલ્લા ત્રણ દશકામાં સિમેન્ટ અતિ મહત્ત્વનો ઉદ્યોગ થઈ પડ્યો છે, કેમકે તેનો ઉપયોગ બાંધકામમાં બખ્ખળ થાય છે. રસ્તા, પૂલો મોટી ઇમારતો વગેરેમાં તો સિમેન્ટ હવે અનિવાર્ય બની ગયો છે. સિમેન્ટના રસ્તા કાયમના જેવા થાય છે. તેના પર પછી બીજો ખર્ચ લગભગ કાંઈ જ આવતો નથી. પૂલના મહાકાય થાંભલા, મોટા ઘુમટા, પાણીના જબરદસ્ત બંધ, લાંબી નહેરો, જંગી કારખાનાં-ના ભોંયતળિયાં અને પાયા પૂરવામાં સિમેન્ટ કૉંક્રીટનો ઉપયોગ મહત્ત્વનો થઈ પડ્યો છે. સિમેન્ટનો ખાસ ફાયદો એ છે કે તેના વડે કામ સહેલાઈથી થઈ શકે છે અને વળી તે મજબૂત થાય છે. અને એ મજબૂતાઈ વખતની સાથે વધતી જ જાય છે. બાંધકામમાં સિમે-ન્ટનું કામ ગજવેલ જેટલું મજબૂતાઈમાં ગણાય છે. હવે તો લોઢાનાં ભૂંગળાંને બદલે સિમેન્ટનાં ભૂંગળાં વપરાતાં જાય છે. સમુદ્રના પાણીમાં ટકી શકે એવી સિમેન્ટની બનાવટમાં લોઢાનું પ્રમાણ વધારવા-માં આવે છે. સિમેન્ટમાં છૂટા ચૂનાનું પ્રમાણ જરા યે ન રહેવું જોઇએ; નહિતર એ સિમેન્ટ સારું કામ આપતો નથી.

સિમેન્ટનો ઉદ્યોગ આપણા દેશમાં હવે સારી સ્થિતિમાં ચાલે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. આપણા દેશમાં સિમેન્ટની બનાવટ માટે જરૂરી કાચો માલ ઘણે સ્થળેથી નીકળે છે, એટલે એ દિશામાં તો ઉદ્યોગને બીવા જેવું નથી. સિમેન્ટની ભઠ્ઠીઓમાંથી નીકળતા ધુમાડાઓમાંથી પોટેસ્યમ-ના ક્ષારો કાઢવામાં આવે છે. એ ક્ષારો ખેતીના વિકાસમાં ખાતર તરીકે ખૂબ ઉપયોગી છે. આ ખિલવણી હજી આપણે ત્યાં થઈ નથી.

સિમેન્ટ પણ જાતજાતના બને છે. આજકાલ મૅગ્નેશ્યમ-ઑક્સિ-ક્લોરાઈડ-સિમેન્ટ(સોરેલ સિમેન્ટ)નો ઉપયોગ વધતો જાય છે. મૅગ્નેશ્યમ ક્લોરાઈડના ઘટ્ટ દ્રાવણમાં મૅગ્નેશ્યમ ઑક્સાઈડ (મૅગ્ને-શિયા) મેળવીને એ તૈયાર કરાય છે. આ સિમેન્ટમાં નાનાનાના પથ્થર તથા લાકડાનો વેર ઉમેરીને એક પેસ્ટ (લૂગદી) બનાવાય છે, જે થોડા જ વખતમાં સખત થઈ જાય છે. તેની મજબૂતાઈ પણ સિમેન્ટ જેટલી જ હોય છે. આ સિમેન્ટની વિશિષ્ટતા એ છે કે તેના પર સરસ પૉલિશ થઈ શકે છે. હૉસ્પિટલો, જાહેર મકાનોનાં ભોંય-તળિયાં વગેરે અંદરના ભાગોની બનાવટમાં તે ખાસ વપરાય છે.

સિમેન્ટમાં એટલી ઝડપથી જામી જવાનો ગુણ છે કે જો તેના પર કાબૂ રાખવામાં ન આવે તો તે નકામો થઈ જાય. આથી એ ક્રિયા પર જોઈતો કાબૂ રાખવા માટે સિમેન્ટમાં અમુક પ્રમાણમાં ચિરોડી ઉમેરવામાં આવે છે. શુદ્ધ સિમેન્ટ તો ૬ મિનિટમાં જ સખત થઈ જાય છે, પરંતુ તેમાં ત્રણ ટકા ચિરોડી ઉમેરવાથી એ ગાળો ત્રણ કલાકનો થાય છે.

ચિરોડી એટલે રાસાયનિક પરિભાષામાં કૅલ્શ્યમ સલ્ફેટ. તેને ધીમે તાપે શેકીને બનાવેલો બારીક ભૂકો 'પ્લાસ્ટર ઑવ પારીસ'ના નામથી જાણીતો છે. આ ઉદ્યોગ પ્રથમ પારીસની આસપાસ શરૂ થયો હતો એટલે તેનું એ નામ પડ્યું. આ પ્લાસ્ટરને પાણી સાથે મેળવીને વાપરવાથી થોડા કલાકમાં તે ઘટ્ટ થઈ જાય છે. મકાનોની અંદરની દીવાલો પર પ્લાસ્ટર તરીકે એ ખૂબ વપરાય છે. તેનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

 Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપયોગ સિમેન્ટની બનાવટમાં પણ થાય છે એ ઉપર આવી ગયું. મકાનોની છતો તથા ભીંતો ઉપર વિવિધ સુંદર વેલબુટ્ટીના તથા કોતરકામના અને શિલ્પના ઢાળા માટે આ પ્લાસ્ટર ખાસ ઉપયોગી છે, કેમકે તે જામે છે ત્યારે તે એક ટકા જેટલું ફૂલીને વધે છે, એટલે તેમાંથી બનાવેલા ઢાળા સજ્જડ અને ચોક્કસ ઊઠે છે.

આમ, કૅલ્શ્યમનાં આ ત્રણે સંયોજનો આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણાં ઉપયોગી થાય છે. આધુનિક બાંધકામમાં તેમનું સ્થાન એટલું તો અનિવાર્ય છે કે ઇજનેરોને પોતાના કામમાં તે પ્રાણ સમાન છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૪

આતશબાજી

દિવાળીના તહેવારોમાં લોકો એ ઉત્સવનો ઉમંગ વ્યક્ત કરવા દારૂખાનું–આતશબાજી ફોડે છે. તેનું એ પર્વમાં એટલું મહત્ત્વનું સ્થાન બની ગયું છે; દારૂખાનું અને દિવાળી બંને એટલાં અવિભાજ્ય બની ગયાં છે કે બીજા કોઇ પર્વમાં તેને સ્થાન જ નથી. એ દારૂખાનામાં યે મોખરાનું સ્થાન ફટાકડાનું. ફટાકડા એટલે અવાજ સહિત ફૂટતી અને દરેક ધડાકે કૂદતી એવી, બંદૂકની માફક ઠાંસીને દારૂ ભરેલી, સખત કાગળની નાની નળીઓ.

ઐતિહાસિક નજરે જોવા જઈએ તો ફટાકડા, દારૂખાનું કે આતશબાજી,–એ બધાંની શરૂઆત છેક ઇતિહાસની યે પહેલાંનાં–પ્રાગ્-ઐતિહાસિક–કાળથી ગણાવી શકાય. સુરોખાર અને કોલસાના ભૂકાને બરાબર મેળવીને માનવીએ શરૂઆતમાં ભડાકો કર્યો હશે તેને આતશ-બાજીનું પ્રાથમિક સ્વરૂપ ગણાવી શકાય. ફટાકડાને અંગ્રેજી ભાષામાં ક્રૅકર કહેવામાં આવે છે. એ ક્રૅકર શબ્દ જર્મન શબ્દ ક્રેશેન એટલે ફૂટવું એ ઉપરથી આવેલો છે. ફટાકડા બનાવવાની કલામાં ચીનના લોકો નિષ્ણાત ગણાય છે અને ચીની ફટાકડા જગતભરમાં વખણાય છે. નવાઇની અને નોંધપાત્ર વાત એ છે કે ફટાકડા બનાવવાની કળામાં યાંત્રિક બળનો ઉપયોગ હજી ઘણો ઓછો થાય છે. મોટે ભાગે તે હસ્તોદ્યોગ–ગૃહઉદ્યોગ તરીકે જ ચલાવવામાં આવે છે.

ફટાકડા એવી ઘરઘરની વસ્તુ છે કે તેના પ્રકારોનું વર્ણન કરવાની જરૂર જ નથી. સૌથી ઝીણા લવીંગિયા, ને મોટા ટેટા; એની વચ્ચે પણ ઉત્તરોત્તર નાનામોટા કદના ઘણી જાતના ફટાકડા બજારમાં મળે છે. કદ નાનુંમોટું હોય પણ દરેકમાં વપરાતા પદાર્થો તો સરખા જ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોય છે. લવીંગિયા ફટાકડા તીણો અવાજ કાઢે છે, તો ટેટા ફૂટે ત્યારે જબ્બર અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે.

ઉપર જણાવેલા આરંભિક પદાર્થો–સુરોખાર ને કોલસાના ભૂકા–પછી દારૂખાના માટે ધીમેધીમે વિવિધ પદાર્થો તેમાં વપરાવા લાગ્યા. ૧૩મી સદીમાં બર્થોલ્ડ શ્વાર્ટ્ઝ નામના માણસે બંદૂકની શોધ કરી, તેમાં દારૂ ઉપયોગી નીવડ્યો. દારૂ એટલે પોટાસ્યમ નાઇટ્રેટ, કોલસો અને ગંધકનું મિશ્રણ. પશ્ચિમના દેશોમાં દારૂની શોધનું માન રૉજર બેકનને (૧૨૧૪-૧૨૯૨) આપવામાં આવે છે. પણ ચીનાઓ તો તે અગાઉ ક્યારના દારૂની શોધ કરી ચૂક્યા હતા; અને ઈ.૧૧૫૦માં તો ચીનાઓએ દારૂનો ઉપયોગ ફટાકડાની બનાવટમાં પણ કરવા માંડેલો. દારૂખાનાની બનાવટની એ કદાચ શરૂઆત ગણાય. એનો સિદ્ધાંત બંદૂક અને તોપ જેવો છે. બાળકો લોખંડની અડીમાં 'પોટાસ' નાખીને ફોડે છે એ પણ તોપનું જ નાનું રૂપાંતર છે.

એ પછી તો યુદ્ધોમાં તોપ અને એવાં બીજાં સંહારક શસ્ત્રો જેમજેમ પ્રચલિત થતાં ગયાં તેમતેમ યુદ્ધમાં ઉપયોગી થાય એવા અવનવા સ્ફોટક પદાર્થો પણ અસ્તિત્વમાં આવતા ગયા. પણ આ સ્ફોટક પદાર્થો નુકસાનકારક હોવાથી સામાન્ય ઉપયોગમાં તો સહીસલામત રીતે વાપરી ન શકાય, એટલે એ પદાર્થોમાંથી હળવાં પ્રમાણ લઈને આતશબાજી બનાવવાનું હાથ ધરવામાં આવ્યું. જન્મદિવસો, રાજ્યારોહણો, યુદ્ધમાં વિજયના પ્રસંગો, કોઈ તહેવારની ઉજવણીમાં યા શુભ અવસરે, આનંદ-પ્રદર્શન અર્થે લોકોને મનોરંજન આપે એવું દારૂખાનું બનાવવાનું આ કાર્ય પ્રારંભમાં લશ્કરી સરંજામખાતાના જ એક વિભાગ તરીકે શરૂ થયું. તેમાં પહેલી શરૂઆત હવાઈઓથી થઈ. તેમાં દારૂ ઉપરાંત કેટલીકમાં બેરિયમ નાઇટ્રેટ અને લેડ નાઇટ્રેટ પણ ઉમેરવામાં આવે છે. વળી એકદમ ચકચકિત અગ્નિનો દેખાવ કરવા ઍલ્યુમીનિયમનો ભૂકો પણ ઉમેરવામાં આવે છે. ઍન્ટીમની, આર્સેનિક યા ગંધક ઉમેરવાથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સફેદ રંગનો અગ્નિ પેદા થાય છે. આતશબાજીમાં જે જાતજાતના રંગ દેખાય છે તે પેદા કરવા વિધવિધ પદાર્થો ઉમેરવામાં આવે છે. તેમાં લાલ રંગ માટે સ્ટ્રૉન્સીઅમ નાઇટ્રેટ, લીલા રંગ માટે બેરિયમ નાઇટ્રેટ, પીળા માટે સોડિયમના ક્ષાર, વાદળી માટે કૉપર કાર્બોનેટ અને કૅલોમલ તથા ઝગઝગાટ માટે મૅગ્નેસ્યમનો ભૂકો વપરાય છે.

બપોરિયાંની બનાવટ તો હવે સામાન્ય થઈ પડી છે. બપોરિયાં એટલે રંગીન પ્રકાશ આપે એવી દીવાસળી. દીવાસળીનો ઉદ્યોગ બરાબર સ્થિર થયા પછી તેમાંથી બપોરિયાંનો ઉદ્યોગ પણ ખીલ્યો છે. તેની રંગબેરંગી જ્યોત માટે પણ ઉપર દર્શાવેલાં જુદાંજુદાં રસાયનો જ ઉમેરવામાં આવે છે. ફૂલઝરમાંથી જે તણખા ઝરે છે તે માટે તેની સળી પર ચોપડેલા પદાર્થમાં મૅગ્નેસ્યમ ને ઍલ્યુમીનિયમનો ભૂકો વપરાય છે. વીજળીના તાર પણ મૅગ્નેસ્યમ ધાતુમાંથી જ બનાવેલા હોય છે. મૅગ્નેસ્યમ બળે ત્યારે ખૂબ પ્રકાશ થાય છે. સળગાવવાના જે સાપ આવે છે, એ મર્ક્યુરી સલ્ફોસાયેનાઈડ હોય છે. એ પદાર્થને સળગાવવાથી ખૂબ રાખ પેદા થાય છે, એટલે તેની નાની કટકીમાંથી પણ રાખની મોટી સળી બંધાતી જાય છે. તે સાપના આકાર જેવી હોય છે. પરંતુ એ પદાર્થ ઝેરી છે એટલે વાપરતાં સાવચેતી રાખવી. આમ, રસાયને આપણને આનંદપ્રમોદની આ આતશબાજીની ચીજો માટે પણ અનેક પદાર્થો આપ્યા છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ૪૫

સિલિમેનાઈટ અને વર્મિક્યુલાઈટ

આજથી ૨૦-૨૫ વર્ષો પહેલાં તો આ બે ખનિજો તદ્દન અપરિચિત હતાં; પરંતુ આજે તો ઉદ્યોગોમાં તેમનો ઉપયોગ સામાન્ય થઈ પડ્યો છે.

સિલિમેનાઇટના સમૂહમાં ત્રણ ખનિજોનો સમાવેશ થાય છે: (૧) એન્ડાલ્યુસાઈટ, (૨) કીએનાઈટ અને (૩) સિલિમેનાઇટ. આ ત્રણે ઍલ્યુમીનિયમનાં સિલિકેટો છે. આ ખનિજોની વિશિષ્ટતા એ છે કે અતિ સખત ઉષ્ણતાએ પણ તેમાં ફેરફાર થતો નથી. ભઠ્ઠીમાં તેમને ઓગાળવાથી તેમનું મુલાઇટ નામના ઍલ્યુમાનિયમ સિલિકેટમાં વધતા ઓછા અંશે રૂપાંતર થાય છે. આ ખનિજો ઊંચી જાતના દુર્દ્રાવ્ય પદાર્થો(refractories)ની બનાવટમાં પુષ્કળ વપરાય છે. તેમાંથી બનાવેલી પોર્સિલેઇન (ચીની માટી) અદ્‌ભુત ગુણો ધરાવતી માલૂમ પડી છે. તેનું ગલનબિંદુ ખૂબ ઊંચું છે; જ્યારે પ્રસરણાંક તથા વિદ્યુત-વાહકતા સાવ ઓછાં છે. એટલે વીજળીના કામના સ્પાર્ક-પ્લગ, પ્રયોગ-શાળામાં વપરાતો સામાન, થર્મોકપલની નળીઓ, વીજળીની ભઠ્ઠીઓમાં વપરાતી ખાસ ઈંટો, સિમેન્ટની ભઠ્ઠીઓ વગેરેની બનાવટમાં તે અતિ ઉપયોગી નીવડ્યું છે. કીએનાઈટનો ખાસ ઉપયોગ હવે દુર્દ્રાવ્ય સિમેન્ટની બનાવટમાં ને કાચને વિશેષ મજબૂત કરવા માટે થવા લાગ્યો છે.

આખી દુનિયામાં માત્ર બે દેશોમાં આ ખનિજો આવેલાં છે: એક હિંદ અને બીજો અમેરિકા. આપણા દેશમાં કીએનાઇટ ખૂબ નીકળે છે. તેનાં મહત્ત્વનાં ભરાણો સિંગભોમમાં છે. રેવા રાજ્યમાં પીપરા પાસે અને આસામમાં ખાસી ટેકરીઓમાં સિલિમેનાઈટનો મોટામાં મોટો જથ્થો આવેલો છે. પરંતુ તેનો ઉપયોગ હજી થઈ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શક્યો નથી. કીએનાઈટ તો ભારત દર વર્ષે વીસ હજાર ટન જેટલું કાઢે છે અને તેમાંનો મોટો ભાગ અમેરિકા ખાતે ચડે છે.

વર્મિક્યુલાઇટ અબરખની એક જાત છે. તેને ગરમ કરવાથી તે દસ ગણું ફૂલે છે ને આ ક્રિયા દરમ્યાન અળસિયાં ચાલતાં હોય એવી હિલચાલ નજરે પડે છે. એ ઉપરથી અંગ્રેજી શબ્દ વર્મ (એટલે અળસિયું) વાપરીને આ ખનિજનું નામ વર્મિક્યુલાઈટ પાડવામાં આવ્યું છે. આ ખનિજનો કુદરતી રંગ પીળાશપડતો ભૂખરો હોય છે. પરંતુ ગરમીમાં ફુલાવ્યા પછી તે આછો પીળો થઇ જાય છે. તેના એક ઘન ફૂટનું વજન માંડ દસેક પૌંડ થાય છે.

મકાનની અંદરની દીવાલોને વીજરખુ બનાવવા (insulate કરવા) માટે આ ખનિજનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે થાય છે ને સિમેન્ટની સાથે મેળવીને તેને વાપરવામાં આવે છે. સાઉન્ડ-પ્રૂફ (નાદાભેદ્ય) મકાનોની બનાવટમાં પણ તે વપરાય છે. ઉપરાંત રેફ્રીજરેટરો, બૉઈલરોનાં ઢાંકણાં અને પાઈપોમાં પણ તેનો ઉપયોગ અસરકારક માલૂમ પડ્યો છે. તેનો બારીક દળેલો ભૂકો ગ્રેફાઈટને બદલે ઊંજણાં તરીકે પણ વપરાવા માંડ્યો છે. મૉટરનાં જૂનાં આંતરદાહક (ઇન્ટર્નલ કમ્બશ્ચન) એન્જિનોમાં તે ફાયદાકારક માલૂમ પડ્યું છે.

વર્મિક્યુલાઇટનાં મોટામાં મોટાં ભરાણો અમેરિકાના મૉન્ટાના પરગણામાં આવેલાં છે. આ ઉપરાંત, ટ્રાન્સવાલ, ટાંગાનૈકા અને રશિયામાં યુરલ પ્રદેશમાંથી પણ તે મળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છેલ્લા બોલ

સ્વાધીન હિંદનો વિજ્ઞાન-વિકાસ

આઝાદી પછી વિજ્ઞાનની દિશામાં પણ હિંદે મોટાં પગલાં ભરવા માંડ્યાં છે. હિંદમાં આજે જે અનેક વિજ્ઞાન-સંસ્થાઓ અસ્તિત્વમાં આવી છે, તેમાં વિજ્ઞાનની જુદીજુદી શાખાઓમાં સંશોધન ચાલી રહ્યું છે. કેટલુંક કાર્ય શુદ્ધ વૈજ્ઞાનિક છે, તો કેટલુંક વ્યવહારુ છે. એનો મુખ્ય અને અંતિમ ઉદ્દેશ તો વિજ્ઞાનના ફાયદા સમગ્ર આમજનતાને મળે એ જ હોય છે અને તે માટે શુદ્ધ વૈજ્ઞાનિક સંશોધનનાં પરિણામો ઉદ્યોગો તથા બીજાં એવાં ઉપયોગી ક્ષેત્રોમાં લાગુ પાડવામાં આવે છે.

આજથી છેક પચાસ વર્ષ પર પંડિત મદનમોહન માલવીયજીએ હિંદના ઉદ્યોગોને વૈજ્ઞાનિક રીતે સજીવન કરવા પ્રજાનું ધ્યાન ખેંચ્યું હતું. ઈ. ૧૯૧૪–૧૮ના યુદ્ધ વખતે સરકારને પણ આ વાત બરાબર સમજાઈ હતી કે હિંદના ઉદ્યોગો સારી રીતે ચાલતા હોય તો આવા યુદ્ધ વખતે એ સરકારને ખૂબ ખપમાં આવે અને યુદ્ધના પ્રયાસોમાં મદદરૂપ થાય. આથી હિંદની ઔદ્યોગિક પરિસ્થિતિની તપાસ કરવા ૧૯૧૬માં સરકારે સર ટૉમસ હૉલાન્ડના પ્રમુખપદે એક ઔદ્યોગિક કમિશન નીમ્યું. પંડિત માલવીયજી આ કમિશનમાં એક સભ્ય હતા. પરંતુ તેમણે પોતાનો અહેવાલ જુદો રજૂ કર્યો. એ અહેવાલ હિંદનાં હિતોને દૃષ્ટિમાં રાખીને તૈયાર કર્યો હતો, અને તે હિંદના ઉદ્યોગોના ઇતિહાસમાં એક ચિરસ્થાયી પ્રકરણ પૂરું પાડે છે.

તે પછી બીજું યુદ્ધ આવ્યું અને ૧૯૪૦માં 'વૈજ્ઞાનિક અને ઔદ્યોગિક સંશોધનસમિતિ'(Council of Scientific and Industrial Research–ટૂંકમાં C. S. I. R.)ની સ્થાપના કરવામાં આવી. આ સમિતિ આજે દેશના ઉદ્યોગોને સંશોધન દ્વારા મદદ કરે છે, એટલું જ નહિ પણ વિજ્ઞાનની વિધવિધ શાખાઓમાં સંશોધન હાથ ધરે છે,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને જે થતું હોય તેને ઉત્તેજન આપે છે. જોકે એ સમયે તો મુખ્યત્વે તે ગઈ સરકારનાં ખાતાંઓને તેમની જરૂરિયાતો અંગે મદદ કરવા જ યોજવામાં આવી હતી.

તે પછી હિંદને સ્વતંત્રતા મળી: પ્રજાના જીવનમાં વૈજ્ઞાનિક સંશોધનને યોગ્ય સ્થાન આપવામાં આવ્યું, અને ઈ. ૧૯૪૮માં એક વૈજ્ઞાનિક સંશોધન ખાતું (Department of Scientific Research—ટૂંકમાં D. S. R) કાઢવામાં આવ્યું અને તેનું સુકાન ખુદ વડાપ્રધાન જવાહરલાલજીએ પોતે હાથમાં લીધું.

આ ખાતું વૈજ્ઞાનિક સંશોધનોનો સમન્વય કરવાનું ને સરકારી ખાતાંઓ તથા દેશની બીજી વિજ્ઞાન-સંસ્થાઓ અને યુનિવર્સિટીઓને સલાહ આપવાનું તેમજ સંશોધન અંગે શિષ્યવૃત્તિઓ આપવાનું તથા પરદેશો સાથે વિજ્ઞાનની બાબતોમાં સંબંધ જાળવવાનું કામ કરે છે. હમણાં તેમાં અણુશક્તિ અંગે પણ સંશોધનકાર્ય હાથ પર લેવામાં આવ્યું છે. ટૂંકમાં હિંદના વિકાસમાં આ ખાતું તેમજ ઉપર જણાવેલી C. S. I. R. સમિતિ એક સીમાચિહ્નરૂપ છે. તેણે યુનિવર્સિટીઓ તેમજ સંશોધન-સંસ્થાઓને નાણાંકીય મદદ આપીને વૈજ્ઞાનિક તથા ઔદ્યોગિક સંશોધનની પુષ્કળ સંશોધન-યોજનાઓ હાથ ધરી છે. ઉપરાંત સંશોધન-નાં પરિણામો પ્રગટ કરવા માટે એક માસિક પણ ચલાવવામાં આવે છે.

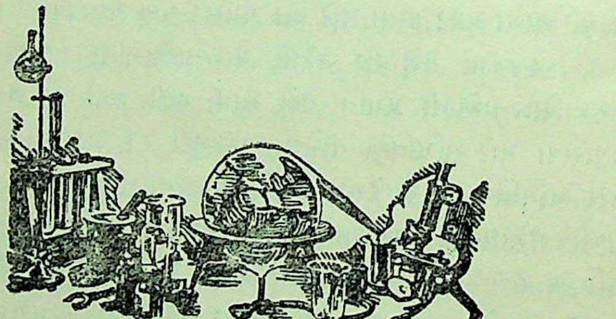
૧૯૪૦માં તેણે શરૂ કરેલી યોજનાઓમાંથી ૧૯૪૫ સુધીમાં ૧૨૨ યોજનાઓની પ્રગતિ તેણે સાધી હતી. વળી એ યોજનાઓ તપાસવા માટે સમિતિએ નીમેલી જુદીજુદી ૨૧ પ્રકારની સંશોધન-પેટા સમિતિઓ દ્વારા દેશમાં વિવિધ પ્રકારની નીચે મુજબ અગિયાર રાષ્ટ્રીય સંશોધન-પ્રયોગશાળાઓની યોજના મંજૂર થઈ છે: (૧) નૅશનલ-ફિઝિકલ લૅબૉરેટરી, દિલ્હી; (૨) નૅશનલ કેમિકલ લૅબૉરેટરી, પૂના; (૩) નૅશનલ મેટાલર્જિકલ (ધાતુ સંબંધી) લૅબૉરેટરી, જમશેદપુર; (૪) ફ્યુએલ (બળતણ) રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, ધનબાદ; (૫) સેન્ટ્રલ ગ્લાસ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઍન્ડ સેરામિક રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, કલકત્તા; (૬) રોડ રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, દિલ્હી; (૭) બીલ્ડિંગ રીસર્ચ સ્ટેશન, રૂડકી; (૮) લેધર રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, મદ્રાસ; (૯) સેન્ટ્રલ ડ્રગ રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, લખનૌ; (૧૦) સેન્ટ્રલ ફૂડ ટેકનૉલૉજિકલ રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, બેંગ્લોર, મ્હૈસુર; (૧૧) ઇલેકટ્રોકેમિકલ રીસર્ચ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ, કરાઇકોડી. આમ હિંદના વૈજ્ઞાનિકોને આજે દેશસેવાની અપૂર્વ તક છે. નૂતન હિંદના ઘડતરમાં વિજ્ઞાનનો ફાળો નાનોસૂનો નહિ હોય.

હિંદી વિજ્ઞાન-પરિષદની દિલ્હીની બેઠક વખતે પં૦ જવાહરલાલ નહેરુએ ઉચ્ચારેલાં નીચેનાં અર્થગંભીર વચનો ટાંકી આ છેલ્લા બોલ પૂરા કરીએ: "વૈજ્ઞાનિકો પોતાનાં હિતો જાળવવામાં સમાજનાં હિતોના ભોગે કામ નહિ કરે એવી હું આશા રાખું છું. વૈજ્ઞાનિકો વ્યક્તિગત વૃત્તિવાળા વિશેષ પડતા હોય છે એમ હું માનું છું. સમૂહમાં પણ તેઓ અન્ય સમૂહોના જેટલું સાધી શકયા નથી,–પરિસ્થિતિની અનુકૂળતાઓ છતાં. સત્તાની સાથે નફાની દૃષ્ટિ ભળે તો તે અતિ ભયંકર થાય. હું આશા રાખું છું કે સમાજહિતની વિરુદ્ધ પોતાનાં હિતો જમાવવા તેઓ પ્રયત્ન નહિ કરે, ને ઇચ્છું છું કે ખરા બ્રાહ્મણની સેવાભાવના ખીલવવા તેઓ વિશેષ પ્રયત્ન કરશે."



CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સૂચિ

અકીક ૧૨૫
—ઉત્પત્તિ ૧૨૫
—કાઢવાની રીત ૧૨૮
—જાતો ૧૨૬
—પર થતી ક્રિયાઓ ૧૨૯
—પ્રાપ્તિસ્થાનો ૧૨૬
—ભૂંજવાની ક્રિયા ૧૨૯
અબરખ ૧૨૧
આતશબાજી ૨૨૭
આમલી ૧૮
આયોડીન ૯૪
આયોડોફૉર્મ ૯૭
આર્ગન ૬૮
આલ્કલી ૧, ૩૨
—ઈન્ડસ્ટ્રી ૨૦
—નરમ ઊડણ ૩૨
—નરમ દરિયાઈ ૩૨
—નરમ વનસ્પતિજ ૩૨
—વેઈસ્ટ ૨૯
—સામાન્ય ગુણો ૩૨-૩૩
આર્સેનિક ૨૧૪, ૨૨૮
ઈનેમલ ૧૫૭
ઇરીડિયમ ૨૦૩
ઇલેક્ટ્રોન ૨૧૮
ઈલ્મેનાઈટ ૨૦૮
ઊડણ તેલો ૭૯
એકરી-ફ્લેવીન ૧૩
ઍમોનિયમ ક્લોરાઈડ ૭૬
—કાર્બોનેટ ૭૨, ૭૬
—નાઇટ્રેટ ૭૬
—પરસલ્ફેટ ૭૭
—સલ્ફેટ ૭૩, ૭૬
—સલ્ફોસાયેનાઇડ ૭૬
ઍમોનિયા ૧૧, ૩૨, ૬૬, ૭૨
—ક્ષારો ૭૩, ૭૪
—સોડાપદ્ધતિ ૩૦, ૩૧, ૭૫
ઍરિસ્ટોટલ ૧૦૬
ઍન્ટીમની ૨૧૨-૨૧૪, ૨૨૮
ઍલ્યુમીનિયમ ૧૧૦, ૧૧૪, ૨૦૮, ૨૨૮
—ઉપયોગ ૧૧૭
—ગુણધર્મ ૧૧૭
—મિશ્ર ધાતુઓ ૧૧૯
ઍસિટિલીન ૬૬, ૭૦
ઍસિટોન ૧૮
ઍસેટિક ઍસિડ ૧૬, ૧૭
—ઉપયોગો ૮૧
ઍસિડ (તેજાબો) ૨૦
ઑક્ઝેલિક ઍસિડ ૧૬
—બનાવટ ૧૯
ઑક્સિજન ૬૬, ૭૫
ઓઝોન ૧૮૮
—ઉપયોગો ૧૮૯
ઑસ્મિયમ ૨૦૩
ઑસ્ટ્રેલિયા ૨૦૮

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કચૂરી મૅડમ ૨૧૮
કલીશે ૯૭
કલોરીન ૬૬, ૭૦, ૮૭
કલોરોફીલ ૧૧૨
કાચ ૧૪૯
—કોતરણી ૧૫
—જાતો ૧૫૧-૧૫૨
—રંગીન ૧૫૩
કાર્નોટાઈટ ૨૧૧
કાર્બન ૧૭૯
—ટેટ્રાકલોરાઇડ ૧૯૩
—ડાયસલ્ફાઈડ ૧૯૨
—ડાયૉકસાઈડ ૩૩, ૭૦, ૭૪, ૧૮૬
—મૉનૉકસાઈડ ૭૧, ૧૮૫
—વિવિધ રૂપ ૧૮૩
કાર્બનિક રસાયન ૧૮૭
કાર્બોલૅય ૨૦૮
કાલીફોસ ૪૧
કાળી રાખ ૨૯
કાગોલાઇટ ૯૩, ૧૧૬
કિમ્બર્લીની ખાણો ૧૩૪
ક્રિપ્ટન ૬૯
ક્રિસ્ટલ કાર્બોનેટ ૩૧
ક્રીમિયાગરો ૧
કુલ્લિનન ૧૩૫
કૅન્સર ૨૧૮
કેલ્પ ૯૬
કૅલ્સ્યમ સાયેનામાઈડ ૧૧
—કારબાઇડ ૧૧, ૧૭
—સલ્ફેટ ૨૨૫
કેલોમલ ૨૦૯
કેવેન્ડીશ ૯
કોકમ ૧૮
કોબાલ્ટ ૧૯૯
—ઉપયોગ ૨૦૦
—કલોરાઈડ ૨૦૧
કોરડાઈટ ૮૧
કોર્ટોઇસ ૯૬
કોલ-ગૅસ ૭૪
કોલારની ખાણો ૫૯
કોહીનૂર ૧૩૫
કૉસ્ટિક પોટાશ ૩૨
—સોડા ૧૯, ૩૦, ૩૨
ક્રોમાઇટ ૪૪, ૪૫
ખનીજ તેજાબો ૭
ખારાઘોડા ૨૧
ખંભાત ૭
ગલીસિયા ૨૦
ગેલ્વેનાઈઝિંગ ૨૦૧
ગૅસ મૅન્ટલ ૨૨૧
ગ્રેનાઈટ ૩૮
ગ્રેફાઇટ ૧૮૩
ગોવળકોંડા ૧૩૫
ગંધક ૨૯, ૧૫૯, ૨૨૮
—બીજા ઉપયોગી પદાર્થો ૧૬૫
ગ્લિસરાઇડો ૭૮
ગ્લિસરીન ૭૮, ૧૬૯
—ઉપયોગો ૮૧, ૧૭૦
ગ્લુકોઝ ૫૫
ગ્લોબર્સ સોલ્ટ ૧૩, ૩૫

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઘસિયું મીઠું ૨૧
ચરખો તેલઓ ૭૮
ચિરોડી ૨૨૩
ચૂનાપથ્થર ૨૯
ચૂનાનું નિતરું પાણી ૧૯
ચૂનો (કૅલ્શ્યમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) ૩૨, ૨૨૩
ચૅટર્ટન, સર આલ્ફ્રેડ ૧૧૮
જર્મન સિલ્વર ૫૩
જસત ૯૯
—મિશ્ર ધાતુઓ ૧૦૪
— ક્ષારોનો ઉપયોગ ૧૦૨
ઝિનોન ૬૯
ઝિર્કોનિયમ ૨૦૬, ૨૦૯
ટર્પેન્ટાઇન ૭૮
ટસ્કની ૬૪
ટાર્ટર ૧૯
—એમેટિક ૧૯
ટાર્ટરિક ઍસિડ ૧૬
ટિટેનિયમ ૨૦૬, ૨૦૮
—ડાયૉક્સાઇડ ૧૨૦
ટૅન્ટાલમ ૨૦૯
ટંકણખાર (બોરેક્સ) ૬૩
ટંગ્સ્ટન ૨૦૬
ટ્રાયસોડિયમ ફૉસ્ફેટ ૧૫, ૩૭
ડીંડવાના ૨૦
ડેવી, સર હમ્ફ્રી ૧૧૫
ડેવીલ, હેન્રી સેન્ટ ક્લેર ૧૧૫
ડોલોમાઈટ ૧૧૩
ડ્યુરેલ્યુમિન ૧૧૯
તાત્કાલિક મદદ ૧૩
(તેજાબથી દાઝ્યા માટે)
તાંબું
—ધાતુ અને ક્ષારો ૪૮-૫૫
—મિશ્ર ધાતુઓ ૫૨-૫૩
ત્રાવણકોર ૨૨૦
થાઇરોક્સીન ૯૮
થોરિયમ ૨૨૦
—નાઇટ્રેટ ૨૨૧
દીવાસળી ૧૭૭
દેવદાર ૧૯
દ્રાક્ષ ૧૮
ધ્રાંગધ્રા ૨૧
નવસાગર ૭૩
નાઈટર કેક ૮, ૯
નાઈટ્રસ ઑક્સાઈડ ૬૬
નાઇટ્રિક ઍસિડ ૭, ૭૬
—વપરાશ ૮
નાઇટ્રોગ્લિસરીન ૮૧
નાઇટ્રોજન ૬૬, ૭૩
—નું સ્થાયીભવન ૯
નિકલ ૭૧, ૧૯૪
—કાર્બોનિલ ૭૧
—મિશ્ર ધાતુઓ ૧૯૬
—સ્વતંત્ર ઉપયોગો ૧૯૬
નિયોગી, પંચાનન ૪૮
નિયોન ૬૯
નૉબેલ, આલ્ફ્રેડ ૮૧
નૉર્વે ૨૦૮, ૨૧૦
નેહરુ જવાહરલાલ ૨૩૪

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ૧૬૭
પર્યાવર્તક કોષ્ટક ૯૯
પર્યાવર્તન ભઠ્ઠી ૪૪
પાઇરોલ્યુસાઈટ ૪૭
પારાસેલ્સસ ૨૧૨
પારો ૧૦૬
—ઉપયોગ ૧૦૮
પિક્રિક ઍસિડ ૧૩
પીચ-બ્લૅન્ડ ૨૧૭
પીટ ૧૩૫
પ્લૅટીનમ ૪, ૧૧, ૪૧, ૨૦૨
પ્રયોગશાળાઓ રાષ્ટ્રીય ૨૩૩
પ્રીસ્ટલી ૭૨
પોઝીટ્રોન ૨૧૮
પોટાશિયમ
—આયોડાઈડ ૯૪, ૯૭
—ક્લોરાઇડ ૧૧૯
—ક્લોરેઈટ ૪૨
—કાર્બોનેટ ૪૧
—નાઇટ્રેટ (સોલ્ટ પીટર) ૪૧
—પરમૅંગેનેઈટ ૪૫
—ફૉસ્ફેટ ૪૧
—બ્રોમાઈડ ૪૧, ૯૦
—બ્રોમેઈટ
—બાયક્રોમેઈટ ૪૩
—સલ્ફેટ ૪૧
—સાયેનાઈડ ૪૧
—સિલિકેટ ૩૮
પ્રોડ્યુસર ગૅસ ૭૧, ૧૮૭
પ્રોટોન ૨૧૮
—ક્ષારો ૨૨૫
ફટકડી ૪૧, ૧૧૫, ૧૨૦
ફ્લોગોપાઇટ ૧૨૨
ફ્લોરિન ૧૪
ફ્લ્યોરાઇટ ૧૪, ૯૩
ફ્રાન્સ ૨૭, ૨૧૨
ફૉસ્ફરસ ૧૭૪
—કાઢવાની રીતો ૧૭૬
ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ ૧૫
ફેહ્‌લિંગ સોલ્યુશન ૫૫
બપોરિયાં ૨૨૯
બરનોલ ૧૩
બલુચિસ્તાન ૬
બિયોહાઈટ ૧૨૨
બિસ્મથ ૨૧૧
બીટર્ન ૨૧, ૯૦, ૧૧૨
બેઈઝ ૨૦
બેકિંગ પાઉડર ૧૬
બેરીલિયમ ૧૪૩
—નાઇટ્રેટ ૨૨૧
બોરેક્સ ૩૬, ૬૨, ૬૩, ૧૧૯
બોરિક ઍસિડ ૬૨
બોક્સાઈટ ૧૧૬
બ્રોમીન ૮૭, ૯૦
બોલીવિયા ૨૧૨
ભાટનગર, સર ૧૧૯
ભારે રસાયનો ૧
માટી ૧૫૪
—ચીની ૧૫૫
માલવીઆ મદનમોહન ૨૩૪

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મીઠું ૨૦, ૨૪
—ઉદ્યોગોમાં ૨૦, ૨૨
—અગર ૨૧
મુસ્કોવાઈટ ૧૨૧
મેક્સિકો ૨૧૨
મૅગ્નેશિયમ ૬૫, ૧૧૦, ૨૨૯
—ઑકસાઈડ ૨૨૫
—ક્લોરાઈડ ૨૨૫
—સલ્ફેટ ૧૯, ૧૧૨
મેગ્નેલિયમ ૧૧૯
મેગ્નેસાઇટ ૧૧૨
મોરથૂથુ ૫૩
મોઈસાં ૯૨, ૧૩૮
મોલિબ્ડૅનમ ૨૦૯
મોલિબ્ડેનાઇટ ૨૦૯
મોનાઝાઈટ રેતી ૨૨૦
મંદતા ૧૧૩
યુકેલીપ્ટસ ૭૮
યુરેનિયમ ૨૧૬
રસકપુર ૧૦૮
રીફ્રેક્ટરી ઇંટો ૧૧૩
રૂટાઈલ ૨૦૮
રૂથેનિયમ ૨૦૩
રૂપું ૫૬, ૫૯
રેડિયમ ૯૯, ૨૦૩, ૨૧૬
રેતી ૧૪૪
રૉક-સૉલ્ટ ૨૧
રોશેલ સૉલ્ટ ૧૯
રોસ્કોલાઈટ ૨૧૧
લ બ્લાન્ક નિકોલસ ૨૭, ૨૮
લિટમસ ૩૩
લીવર ઑફ સલ્ફર ૪૧
લેક્ટિક ઍસિડ ૧૭
લેડ ચેમ્બર રીત ૩
લેપાડિયસ ૧૬૩
વર્મિકયુલાઈટ ૨૩૦
વાયુ-બળતણો ૭૧
વિજળીક અગ્રપાત ૩
વિજ્ઞાનવિકાસ-સ્વાધીન હિંદનો ૨૩૨
વીનેગર (સરકો) ૧૬
વુલ્ફેનાઈટ ૨૧૦
વેનેડિયમ ૨૦૬, ૨૦૯
—ગજવેલ ૨૧૧
વેનેડીનાઈટ ૨૧૧
વૉટર-ગૅસ ૭૧, ૧૮૭
વૉશિંગ સોડા ૩૧
વોહલર ૧૧૫
શીલે ૮૭, ૧૬૯, ૧૭૪
શે૦રૂલ ૭૮, ૧૬૯
શ્વેત સુવર્ણ ૨૦૨
સલ્ફર ટ્રાયૉકસાઈડ ૩, ૬૬, ૧૬૫, ૧૬૮
—ડાયૉકસાઇડ ૩
સલ્ફયુરિક ઍસિડ ૧, ૭
(ગંધકનો તેજાબ)
સલ્ફાઇડો ૧૬૭
સાઇટ્રિક ઍસિડ ૧૬
—ઉપયોગો ૧૮
સાબુ ૭૮, ૮૩
—બનાવટ ૭૯, ૮૩

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સાયન્ટિફિક ને ઈન્ડસ્ટ્રિયલ
રિસર્ચ કાઉન્સિલ ૧૧૯, ૨૩૨
(C. S. I. R.)
સિલિમેનાઇટ ૨૩૦
સિંધવ, સિંધાલૂણ ૨૧
સિમેન્ટ ૨૨૩, ૨૨૪
સુરમો ૨૧૨
સુરોખાર ૭
—નો તેજાબ ૧, ૭
(નાઈટ્રિક ઍસિડ)
સુંદરરાવ ૧૧૯
સોડા ૨૭
સોડિયમ ૧૧૫
—કાર્બોનેટ ૨૮
—નાઇટ્રેટ ૩૭
—પેરૉક્સાઈડ ૩૬
—બાયકાર્બોનેટ ૨૮, ૭૫
(સોડા બાય કાર્બ)
—બાયસલ્ફાઈટ ૩૨, ૧૨૦
—સલ્ફાઇટ (નેારમલ) ૩૨, ૩૭
—સલ્ફાઇડ ૨૯, ૩૫
—સલ્ફેટ ૧૩, ૩૫
—સાયેનાઇડ ૩૭
—સિલિકેટ ૩૫
—હાઇડ્રૉક્સાઈડ ૩૨
—હાઇડ્રોજન સલ્ફાઈડ ૩૨
સોડા-ઍશ ૨૯, ૩૧
સોમલ ૨૧૨, ૨૧૪
સોરેલ સિમેન્ટ ૨૨૫
સોલ્ટર સૉલ્ટ ૨૧
સૉલ્ટ કેઇક ૧૩, ૨૯
સોલ્વે ૭૫
સોલ્વેરીત (પદ્ધતિ) ૩૦, ૭૫
સંસર્ગ રીત ૩
સ્લેટ ૧૫૮
સ્ટીબનાઇટ ૨૧૨
હાઇડ્રો ૩૭, ૧૬૬
હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ૧, ૭, ૧૦
(મીઠાનો તેજાબ)
—ઉપયોગો
હાઇડ્રૉક્સાઈડ ૩૨
(જલદ આલ્કલી)
હાઇડ્રોજન ૬૬
—સલ્ફાઈડ ૧૬૭, ૧૬૮
હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઈડ ૧૧૨, ૧૬૧
હાઇડ્રોફ્લોરિક ઍસિડ ૧૪
—ઉપયોગો ૧૫
હાઈપો ૨૯, ૩૭, ૧૬૬
હાડકાંની રાખ ૧૫
હાબર ૭૩
—રીત ૧૧
હીરા ૧૩૨
હેલિયમ ૬૬, ૬૯
હેલોજન ૮૭
હૉલ, ચાર્લ્સ માર્ટીન ૧૧૫
હોલાન્ડ, થોમસ સર ૨૩૨
ક્ષારો ૨૦

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અમારા અન્ય પ્રકાશનો

પાઠ્ય પુસ્તકો

૧	ભૌતિક શાસ્ત્રનું પાઠ્ય પુસ્તક	ધો. ૯, ૧૦ માટે.	લે. શ્રી. ઠા. શ્રી. ઠાકોર
૨	રસાયણ શાસ્ત્રનું પાઠ્ય પુસ્તક	ધો. ૧૧ માટે.	લે. શ્રી. ઠા. શ્રી. ઠાકોર
૩	સામાન્ય વિજ્ઞાન	ધો. ૮, ૯	લે. ડૉ. શાહ, ઠાકોર અને ગાંધી
૪	બાલ વિજ્ઞાન વાચનમાળા	ધો. ૧થી૭.	લે. ડૉ. શાહ, ઠાકોર અને ગાંધી
૫	પ્રયોગ નોંધપોથી	ધો. ૮થી૧૧.	લે. શ્રી. ઠાકોરલાલ શ્રી. ઠાકોર
૬	કિશોર ગણિત	ધો. ૫, ૬, ૭.	લે. શ્રી. સુથાર અને પટેલ
૭	કાંતણ પ્રવેશ	ધો. ૫, ૬, ૭.	લે. શ્રી પુરાતનભાઈ બુચ
૮	સંગીત પરિચય	ધો. ૫, ૬, ૭.	લે. શ્રી. મધુરીબહેન ખરે
૯	ગુજરાતી ભાષાનો લઘુ શબ્દકોષ		લે. શ્રી. કે. કા. શાસ્ત્રી
૧૦	સુભાષિતાવલી		લે. શ્રી. પંડ્યા અને શાહ
૧૧	પ્રેક્ટીશ બુક	—ફોર પ્રેસી ઍન્ડ કોમ્પ્રીહેન્સન	લે. શ્રી. શાહ અને પંડ્યા

ઈતર વાચન: લે. શ્રી પુરાતન બુચ

૧	આપણા ગાંધીજી	૧-૦-૦	૨	આપણા જવાહર	૧-૦-૦
૩	,, સરદાર	૧-૦-૦	૪	,, કસ્તુરબા	૦-૧૫-૦
૫	,, રવિશંકર મહારાજ	૦-૧૨-૦	૬	કુમારિકાને	૦-૧૨-૦
૭	ગાંધી માર્ગ	૦-૮-૦	૮	ગાંધીયાત્રા	૦-૪-૦
૯	પર્વમહિમા	૧-૪-૦		લે. શ્રી. રવિશંકર મહારાજ	
૧૦	સાધુતાની પગદંડી	૨-૦-૦		શ્રી. સંતબાલજીના જીવનપ્રસંગો લે. શ્રી નવલભાઈ	

—મળવાનું સ્થળ—

બાલગોવિંદ કુબેરદાસની કંપની

પુસ્તકપ્રકાશક અને વિક્રેતા

ગાંધી માર્ગ · અમદાવાદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

KUMAR PRINTERY AHMEDABAD